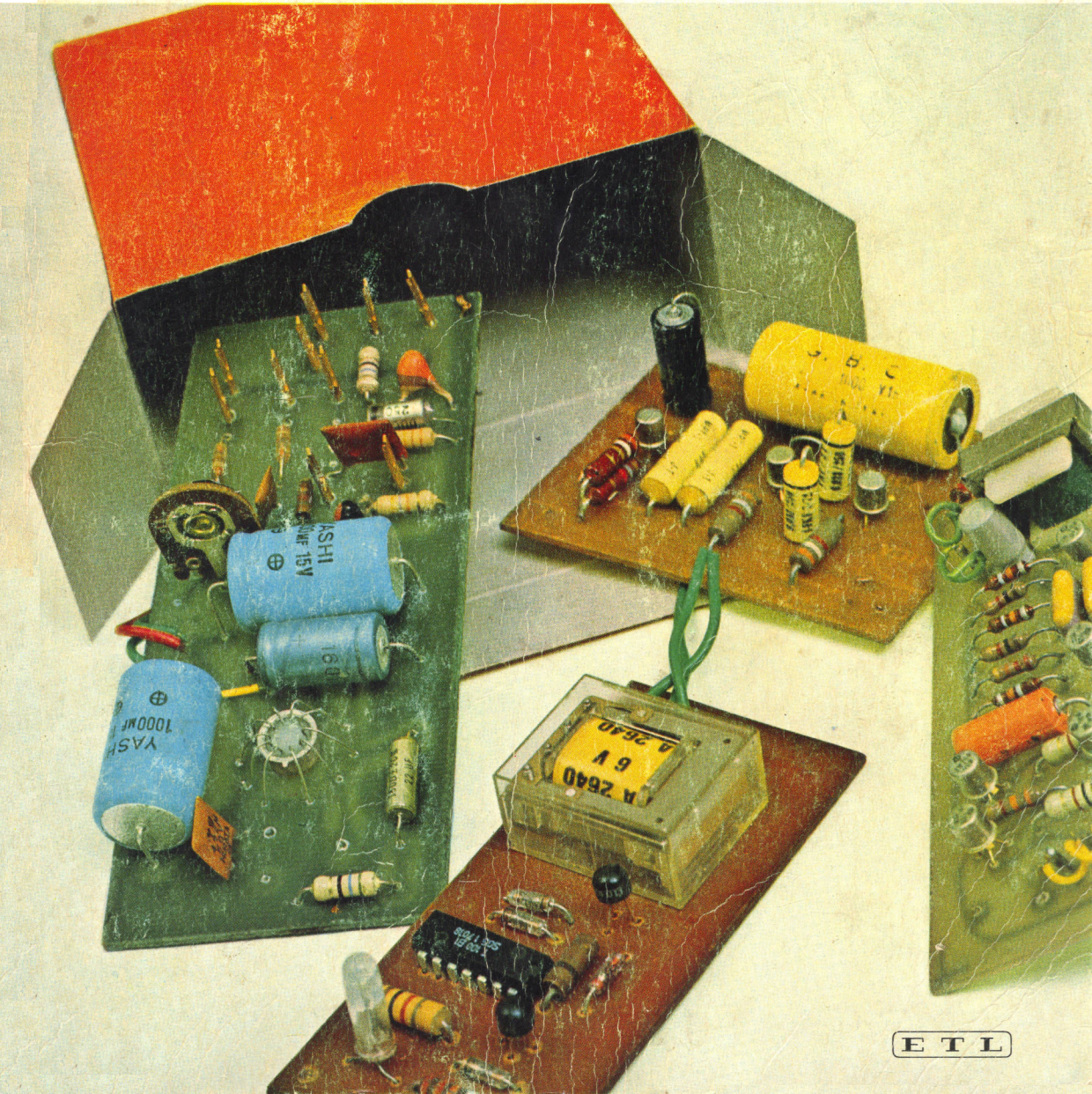
CORSO DI ELETTRONICA

tutto in scatola di montaggio



ETL

Copyright 1974 by ETL, Etas Kompass Periodici del Tempo Libero,
via Visconti di Modrone 38, 20122 Milano.
Prima edizione: gennaio 1974.
Tutti i diritti sono riservati per tutti i paesi.

GIANNI BRAZIOLI

CORSO DI ELETTRONICA
tutto in scatola di montaggio

ETL

da un'idea di Massimo Casolaro

Direzione e progettazione di Mario Magrone

Redazione generale di Franco Tagliabue

Hanno calloborato Giusy Mauri per l'impaginazione,
Italo Parolini per la revisione testi, Alberto Russo per i disegni,
Bruna Tarca per il coordinamento operativo.

Prefazione

All'elettronica ci si può avvicinare in molti modi: il migliore è certamente quello sperimentale, diretto, sempre il più fecondo di risultati come assicurano le esperienze di generazioni di tecnici.

Tomi, lezioni, cataloghi non hanno mai dato che professori barbosi, aule asfittiche, pseudoscienza. E' tempo di procedere con il metodo più antico, oggi più che mai attuale: con l'esperimento diretto, da solo, impari mentre fai e perché fai da te.

Sì, imparare sperimentando: nessun dato ex cathedra, ogni risultato proveniendo del tutto naturalmente dalla realtà costruttiva che nasce a poco a poco dalle proprie mani, con l'aiuto di quella intelligenza amorosa tipica di chi sa affrontare con intuizione lo studio dei misteri fascinosi dell'elettronica, scienza nuova.

In tale spirito, dunque, le pagine di questo Corso di Elettronica « tutto in scatola di montaggio », progettato per il neofita ma interessante certo anche per l'esperto: questi troverà, ancora una volta nell'esperimento, la conferma del proprio sapere. Per l'appassionato, per il nostro lettore insomma, il Corso sarà, insieme, come un laboratorio sempre in funzione ove possono realizzarsi progetti utili; come un insegnante sempre a disposizione, per le chiare istruzioni teoriche e pratiche che accompagnano ogni descrizione di progetto; come infine un negozio molto ben fornito e sempre amico per il materiale elettronico, perché tutti gli apparecchi si possono avere in scatola di montaggio.

A buon apprendere dunque, con fantasia e divertimento.

M. Magrone

INTRODUZIONE

Il Corso comprende l'esame teorico e la costruzione di una lunga ma agilissima serie di apparecchiature elettroniche che interessano ogni sperimentatore che desideri iniziarsi all'elettronica.

I circuiti sono esposti metodologicamente secondo una progressiva complessità. I primi sono in bassa frequenza: sono i più semplici di realizzare. Ecco perciò due adattatori d'impedenza utilizzanti componenti a stato solido. Si prosegue con filtri e preamplificatori di elevato livello qualitativo, per giungere agli amplificatori di potenza, che non trascurano i circuiti integrati.

L'amplificatore più « importante » ha 2,5 W di uscita. Questo valore può sembrare modesto ma noi pensiamo che, sul profilo della tecnica dei montaggi, chi sa realizzare questo può passare con successo a qualunque altro circuito audio, di qualunque potenza. Specie se ha approfondito la sua abilità con gli apparecchi semplici.

Agli amplificatori seguono i generatori di segnali audio: sia per funzioni di allarme che prettamente « musicali », e di laboratorio.

Poiché alimentare con le pile i dispositivi già esaminati è scomodo, poco razionale e foriero di eventuali errori, esaurita la parte dedicata ai circuiti BF si passa brevemente agli alimentatori di rete, visti sotto un profilo tecnico e di utilizzazione immediata.

Di qui, qualche cenno ai circuiti industriali; dal semplice lampeggiatore che serve come avviso, al flessibile trigger di Schmitt che permette di realizzare controlli precisi, critici, elaborati.

Per logica, dall'audio agli alimentatori accessori, ai circuiti automatizzati o automatizzanti, si passa alla RF.

Le esperienze relative vanno dalla costruzione di semplici oscillatori a cristallo (Markers e per comunicazioni) ai VFO. In questi, non è trascurata la tecnologia dei transistori ad effetto di campo.

Non possono mancare gli apparati emittenti, rappresentati da chassis per CB; laddove la banda è stata scelta per la facilità di impiego, di controllo e considerando la necessità di conoscere questo genere di apparecchiature presenti sul mercato ogni giorno in modo più massivo.

Il volume si conclude con la discussione degli apparati riceventi FM. Evidentemente non tutta l'elettronica può essere compresa, o compressa in un paio di centinaia di pagine, o poco più.

Crediamo quindi, nel non limitato campo che ci siamo prefissi di esaminare, che il lettore avrà una visione abba-

Le scatole di montaggio

Tutti gli apparecchi descritti nel presente volume sono reperibili in scatola di montaggio. Queste (segue l'elenco), contraddistinte dalla sigla RE e da un numero di codice riportato anche nel testo, possono essere ordinate alla ETL (Ufficio Vendite, via Visconti di Modrone 38, 20122 Milano) che fornirà a richiesta il listino prezzi.

RE 01 Adattatore
RE 02 Preamplificatore
RE 03 Controllo toni
RE 04 Filtro antifruscio
RE 05 Amplificatore IC
RE 06 Amplificatore 2,5 W
RE 07 Generatore BF
RE 08 Oscillatore
RE 09 Generatore nota
RE 10 Interfono
RE 11 Alimentat. stabilizz.
RE 12 Alimentat. a V var.
RE 13 Segnalatore
RE 14 Lampeggiatore
RE 15 Modulo trigger
RE 16 Calibratore RF
RE 17 Oscillat. MOS-FET
RE 18 Trasmettitore CB
RE 19 Generatore
RE 20 Sintonizzatore FM
RE 21 Decoder stereo
RE 22 Prova transistor

stanza panoramica dei montaggi moderni.

Possiamo assicurare che chi vorrà cimentarsi a costruire uno per uno, secondo lo schema logico consigliato, gli apparecchi di cui si parla, si troverà al termine assai più preparato in elettronica di quando a prima vista possa sembrargli.

Il lettore accorto non mancherà di notare che le apparecchiature così costruite non saranno solo sterili modelli didattici, ma unità perfettamente funzionanti e comunque di ottimo livello professionale.

Ma, decisamente, passiamo a leggere di circuiti e a innestare il saldatore: prepariamoci con amore a cominciare.

Le brevi note che seguono servono a quanti intraprenderanno la costruzione dei dispositivi elettronici descritti. L'indispensabile per eseguire la maggior parte dei montaggi è: saldatore, stagno, forbici spellafili, tronchesino, una serie di cacciaviti, una chiave per stringere i dadi dei potenziometri ed un tester da 20.000 ohm per volt (meglio se da 40.000 ohm per volt).

Il saldatore deve essere scelto tra i modelli a potenza limitata (da 30 a 50 watt) e con punta molto sottile. L'estremità dell'attrezzo deve essere tenuta sempre molto ben pulita; si sconsiglia tassativamente l'uso di saldatori istantanei. Lo stagno da impiegare deve essere del tipo tecnicamente definito « preparato », ossia quello che contiene nel suo impasto una adeguata quantità di deossidante. E' sconveniente l'uso di pasta salda perché potrebbe causare involontariamente interruzioni di circuito.

I rimanenti attrezzi non hanno bisogno di alcuna spiegazione per giustificarne la necessità. Unica cosa da dire: impiegate utensili adeguati alle reali condizioni operative imposte dal montaggio.

Veniamo ora all'ultima voce: il tester. Le caratteristiche fondamentali che deve possedere il multimetro da utilizzare, per le eventuali verifiche del montaggio, sono già state menzionate: una buona conoscenza dello strumento è quanto lo sperimentatore deve possedere per un minuzioso controllo di ogni apparato. Costruendo alcuni degli apparecchi descritti risulterà interessante collegarli, in fase di taratura, a generatori di bassa frequenza o di segnali radio.

Anche questi apparati, di misura e di controllo, possono essere autocostruiti realizzando appunto i progetti di strumentazione da laboratorio descritti nel testo.

PREAMPLIFICATORE ADATTATORE D'IMPENDENZA

Come avevamo premesso, questo corso è basato essenzialmente su di una ampia serie di esercitazioni pratiche, contrariamente ad ogni altro noto, e tali esperienze possono iniziare con la costruzione di un piccolissimo e semplice amplificatore audio monostadio. In effetti, esso dovrebbe essere definito « preamplificatore »: ma a nostro parere, tutto ciò che amplifica . . . è inquadrabile nella categoria degli amplificatori; forse lapalissiano, certo logico.

Questo circuito, non è il « solito » stadio transistorizzato, ma qualcosa di più; è anche un adattatore di impedenza dalle interessanti prestazioni.

All'ingresso può essere applicato un qualunque trasduttore a bassa resistenza interna, e dall'impedenza compresa tra 3 e 200 ohm circa: caso tipico, un altoparlante impiegato in funzione di microfono. L'uscita ha un valore di impedenza che si aggira sui 4000 ohm ed in tal modo può essere facilmente raccordata ad altri stadi amplificatori di segnali o di potenza.

In pratica, questo è un « trasformatore a transistor ». Si può osservare polemicamente che un vero trasformatore non abbisogna di alimentazione, quindi è di più facile impiego. Sarebbe però il classico « ragionamento a senso unico » perché questo sostitutivo non si limita a rendere all'uscita il segnale ricevuto, ma lo amplifica, come avevamo detto: ha un guadagno di potenza pari a « 100 ».

Inoltre, i trasformatori (in questi casi si usa più propriamente il termine « traslatori ») microfonici, hanno una ban-

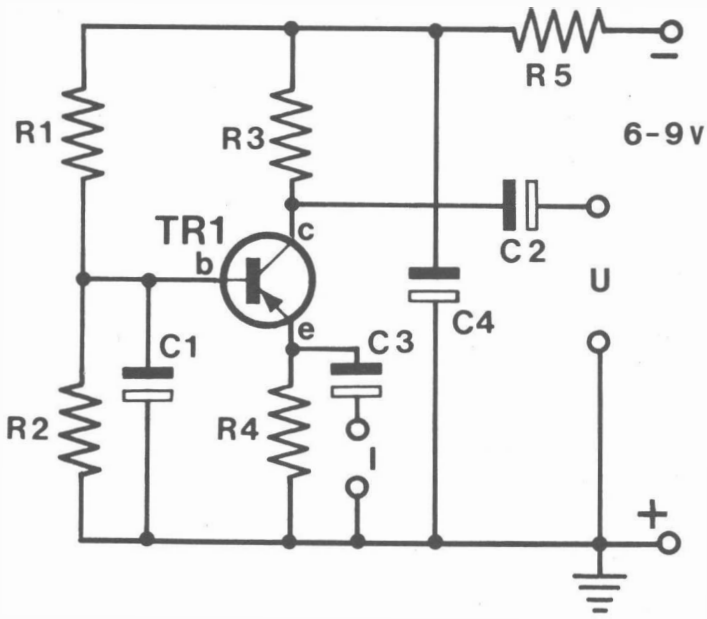


Fig. 1

Schema elettrico generale.

Prototipo a cablaggio ultimato.

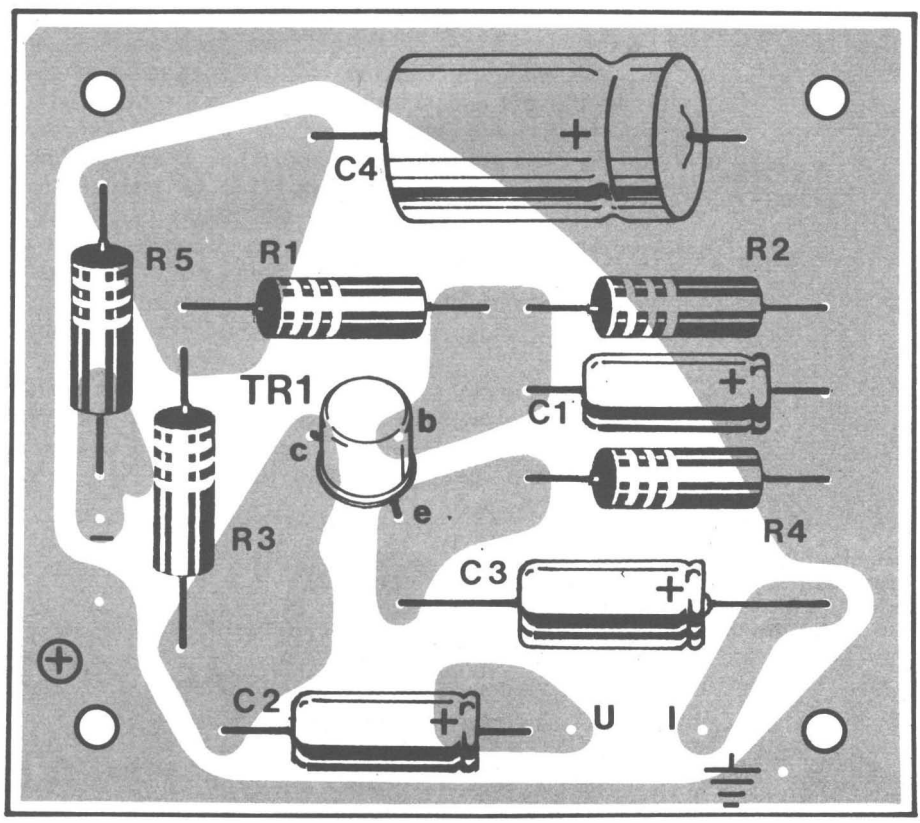
da passante modesta o un costo elevatissimo. Il nostro abbina una banda eccezionalmente larga (40-27.000 Hz entro 3 dB) ad un costo modestissimo, quindi realizza l'impossibile per la . . . « controparte ». È poi da dire che ovviamente questo amplificatore-adattatore non soffre dei campi magnetici e quindi non necessita di particolari schermature, che non è pesante, che il suo ingombro non è certo superiore rispetto a quello dei traslatori di qualità elevata.

Il circuito elettrico appare nella figura 1; come si vede, per ottenere l'adattamento, TR1 (AC126) ha la base che per i segnali è « a massa », vale a dire fredda. Ciò, è ottenuto mediante C1, che bipassa l'elettrodo.

Essendo, la base, esclusa dal percorso dei segnali, l'ingresso lo si ha sull'emettitore; terminali « I ».

L'uscita è invece classica, viene dal collettore tramite C2: terminali « U ». Ciò premesso, vi è ancor poco da osservare: le R1-R2 polarizzano la base stabilizzando anche lo stadio per la eventuale deriva termica. R3 è la resistenza di carico, R4 è l'elemento fisso che chiude il circuito di emettitore a massa qualunque sia la sorgente di segnale applicata al C3.

R5 e C4 si potrebbe dire che non facciano parte del cir-



Basetta e disposizione dei componenti. Fig. 2

cuito. Servono infatti per disaccoppiare lo stadio nel caso che l'alimentazione (9 V) sia trattata da una sorgente comune ad altri apparecchi, sì da evitare effetti parassitari. Ove questo amplificatore disponesse di una pila « propria » i due detti sarebbero evitabili. A proposito dell'alimentazione, v'è da sottolineare che l'assorbimento è di UN solo mA a 9 V, o appena superiore. Del tutto trascurabile; nessun alimentatore « generale » sentirà mai il sovraccarico, se si aggiunge questo dispositivo a qualunque altro complesso esistente, e se la sorgente di alimentazione è una pila a parte, ci si può dimenticare « acceso » l'interruttore senza il pericolo di ritrovarla scarica.

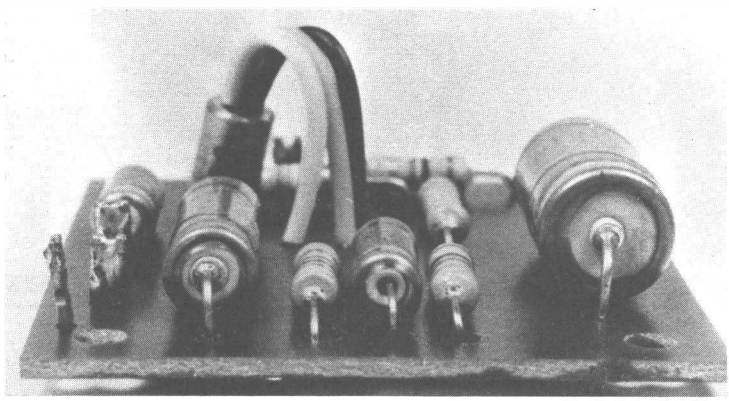
il circuito stampato

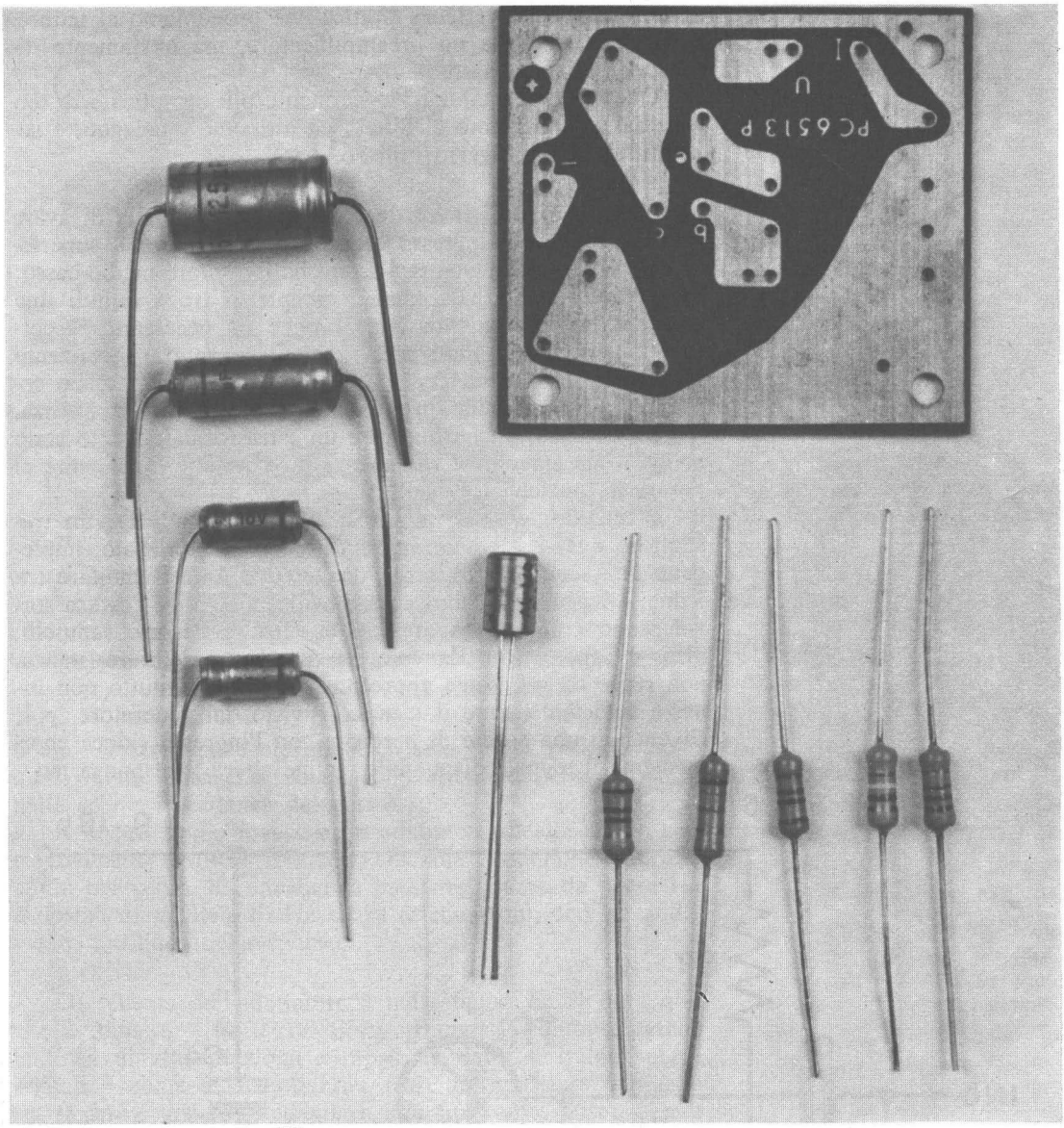
Grazie al circuito stampato che si vede nella figura 2, il montaggio è estremamente facile e non richiede più di mezz'ora di lavoro. Il risultato è sicuro se non si invertono i valori delle resistenze, i terminali del TR1 o la polarità dei tre condensatori. A proposito dell'AC126 si deve rammentare che questo transistore è al Germanio, quindi non può essere montato con i terminali eccessivamente corti: conviene anzi lasciarli sui 15 mm, o addirittura al naturale, dopo averli ricoperti di tubetti isolanti. Per evitare che TR1 « sporga » troppo in altezza sullo chassis, lo si potrà semplicemente « ripiegare in giù » come si vede nelle fotografie di testo.

Le saldature saranno effettuate come è stato detto nel capitolo precedente, senza impiegare troppo stagno, ma curando di avere contatti sicuri.

Il collaudo dell'amplificatore può essere facilmente effettuato raccordando all'ingresso (I-I) un altoparlante qualunque, miniatura o normale, senza alcuna particolare attenzione alla sua impedenza. All'uscita si collegherà un amplificatore a transistor, o anche una cuffia magnetica sensibile. Parlando davanti all'altoparlante, il segnale sortirà con una buonissima banda, una notevole ampiezza, una apprezzabile linearità.

Ovviamente, se è disponibile un microfono o una capsula microfonica a bassissima impedenza, per esempio Peiker « TM/3 », Beyer « M88 » o similare, esso o essa potrà sostituire con vantaggio l'altoparlante.





Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 01, è disponibile a richiesta.

COMPONENTI

C1: Condensatore elettrolitico da 10 μF/16 V.
C2: Eguale al C1.
C3: Condensatore elettrolitico da 100 μF/6,4 V.
C4: Condensatore elettrolitico da 125 μF/16 V.
R1: Resistenza da 27.000 ohm, ½ W., 5%.
R2: Resistenza da 1.000 ohm, ½ W, 5%.
R3: Resistenza da 3.900 ohm, ½ W, 5%.
R4: Resistenza da 150 ohm, ½ W, 5%.
R5: Resistenza da 1.000 ohm, ½ W, 5%.
TR1: Transistore AC126.

RE 01

LA SECONDA ESPERIENZA

La seconda esperienza pratica che proponiamo al lettore, è ancora una volta un preamplificatore, ma ovviamente diverso da quello già studiato.

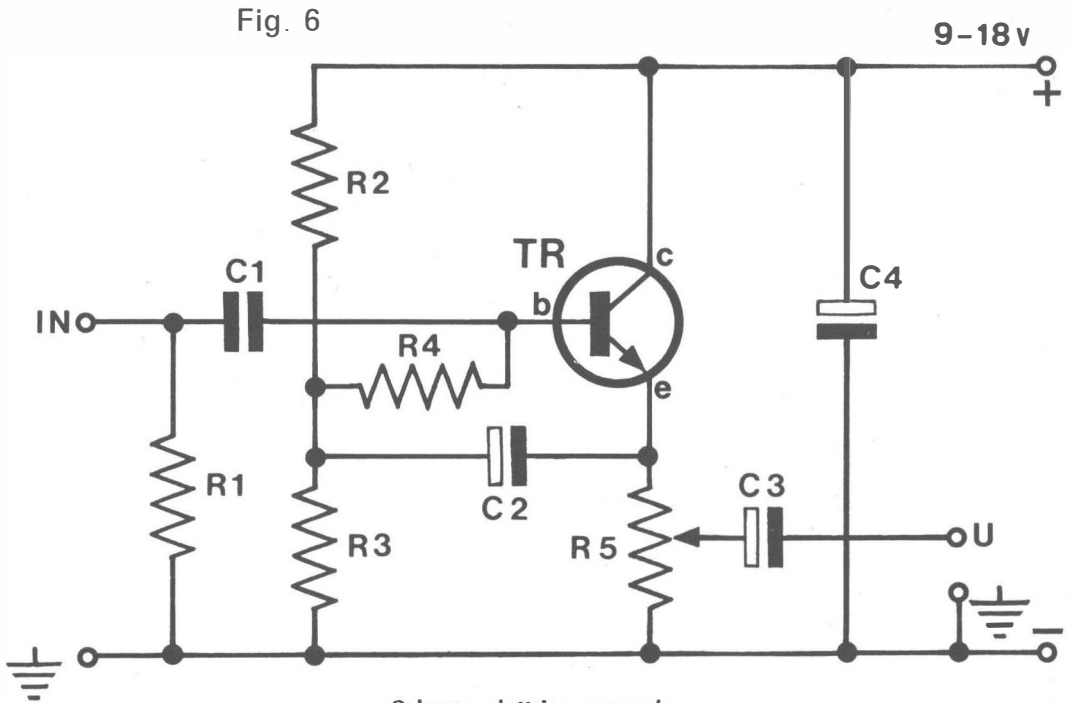
Questo, ha un circuito leggermente più complicato, è servito da un transistore al Silicio ad altissimo guadagno, e soprattutto ha un diverso utilizzo.

La sua caratteristica principale, infatti, è quella di avere una impedenza di ingresso eccezionalmente elevata, superiore ai 2 Mega ohm, mentre l'uscita ha un valore medio-basso: nell'ordine dei 20.000 ohm. Il complesso trova quindi una applicazione convenientissima allorché sia necessario raccordare all'entrata di un comune amplificatore transistorizzato un pick-up piezoelettrico, un microfono del pari piezo, o ceramico; o qualsivoglia altro « generatore » ad alta impedenza.

In sostanza, anche questo è un « trasformatore allo stato solido » ma stavolta il rapporto è in « discesa », per stare al paragone, anziché in « salita ».

D'accordo, vi sono molti che, volendo applicare un trasduttore « HI-Z » ad un amplificatore transistorizzato, impiegano una semplice resistenza da 220.000 ohm o similare tra i due, e leggendo quanto andiamo dicendo, forse costoro sorrideranno con aria saputella. Ma altro è l'essere saputelli, altro è saperci fare davvero. Il trucchetto della resistenza, non regge ad un esame approfondito; prima di tutto non innalza sufficientemente il « carico » visto dal generatore, poi, divenendo una specie di partitore con l'ingresso riduce enormemente il segnale disponibile. Infine altera il responso, atte-

Fig. 6



Schema elettrico generale.

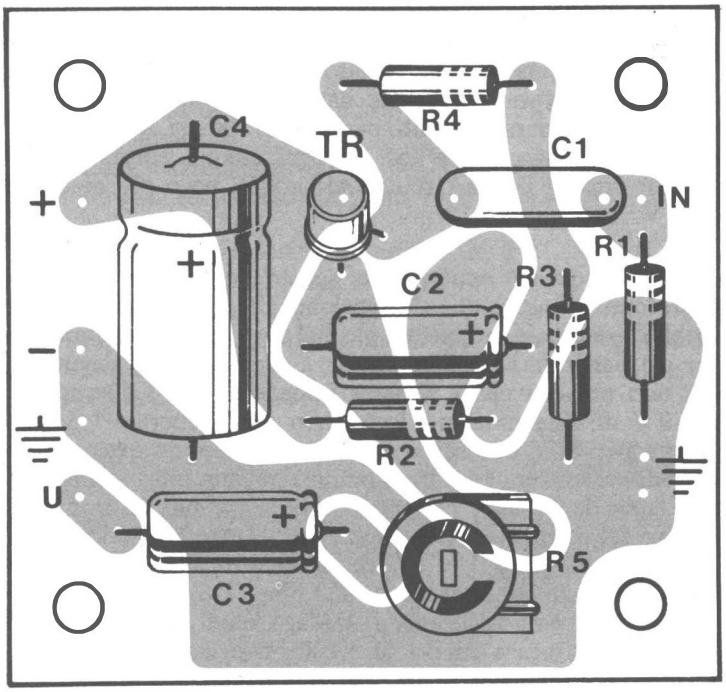


Fig. 7

Basetta e disposizione dei componenti.

nuando le frequenze elevate. Nel caso di un pick-up ciò è quasi fatale, dato che i bassi sono attenuati per conto loro dalla scarsa impedenza del carico.

Il nostro stadio invece è un adattatore ideale; dà un certo guadagno (3 dB a 1000 Hz), ha una distorsione inferiore all'un per cento, ha una banda passante che va da pochi Hz a decine di migliaia di Hz senza attenuazioni, con un andamento rettilineo del responso.

Lo schema dell'adattatore è nella figura 6. Si nota qui, che il transistore ha il collettore comune. È comune, perché la linea di alimentazione è bipassata dal C4, quindi per i segnali è come se il collettore fosse direttamente connesso sul negativo generale, ed allora alla linea che unisce il lato massa dell'ingresso e dell'uscita: ciò lo diciamo rifacendoci all'inciso riportato in precedenza, relativo alle possibili configurazioni circuitali.

l'alta impedenza

Il fatto che il collettore sia comune, ovviamente genera di per sé una impedenza d'ingresso alta (base-emettitore), ma in questo caso, per elevarla ulteriormente (ed allargare per quanto possibile, nel contempo, la banda) è presente anche un circuito di controreazione, formato dal C2 e dalla R4. Questo circuito viene comunemente definito « bootstrap ».

L'uscita, come in ogni amplificatore « common collector » è sull'emettitore, e qui abbiamo la R5 che serve per controllare l'ampiezza della tensione-segnale, sì da evitare l'eventuale sovraccarico dell'apparecchio seguente.

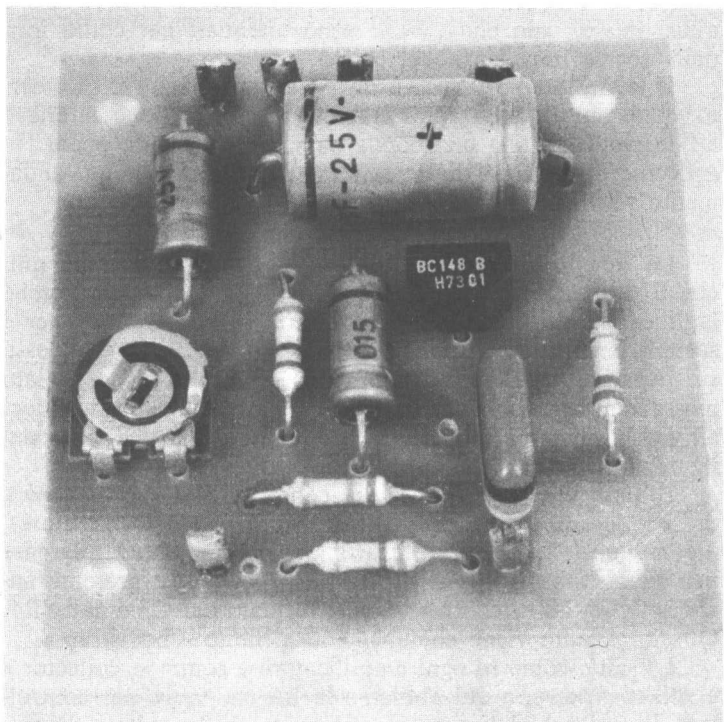
L'alimentazione di questo adattatore-preamplificatore non è affatto critica; può andare da 9 V a 18 senza variazioni di rendimento: si può quindi mettere in opera una pila autonoma, o prelevare la tensione da un alimentatore che serva anche altri apparati facenti parte della catena audio; filtro, amplificatore di potenza ecc. In ogni caso il consumo è irrisorio: appena 0,6 mA (600 μA!) a 9 V, poco più di 1 mA a 18 V.

la tensione d'ingresso

Poiché questo apparecchio seguirà immediatamente un microfono o una testina, la tensione d'ingresso (Vi) non dovrebbe presentare problemi, ma nel caso che lo si impieghi per usi particolari (in laboratorio, a seguito di un generatore che non prevede uscite a bassa impedenza ecc.) diremo che per 9 V di alimentazione, la Vi non deve superare i 3 Veff, mentre per 18 V può salire a 6 V; oltrepassando questi limiti lo stadio si mette a squadrare e non funziona più linearmente.

L'impedenza reale d'ingresso, merita comunque un discorso a parte, dato che non è assoluta, ma dipende da alcuni fattori. Prima di tutto il carico. Se la linea di uscita « U » vede una impedenza superiore a 20.000 ohm, l'ingresso, come abbiamo detto sarà superiore a 2 Mega ohm. Se invece, supponiamo, la linea è chiusa su 4.700 ohm, o simili, l'ingresso scenderà a valori dell'ordine del Mega ohm.

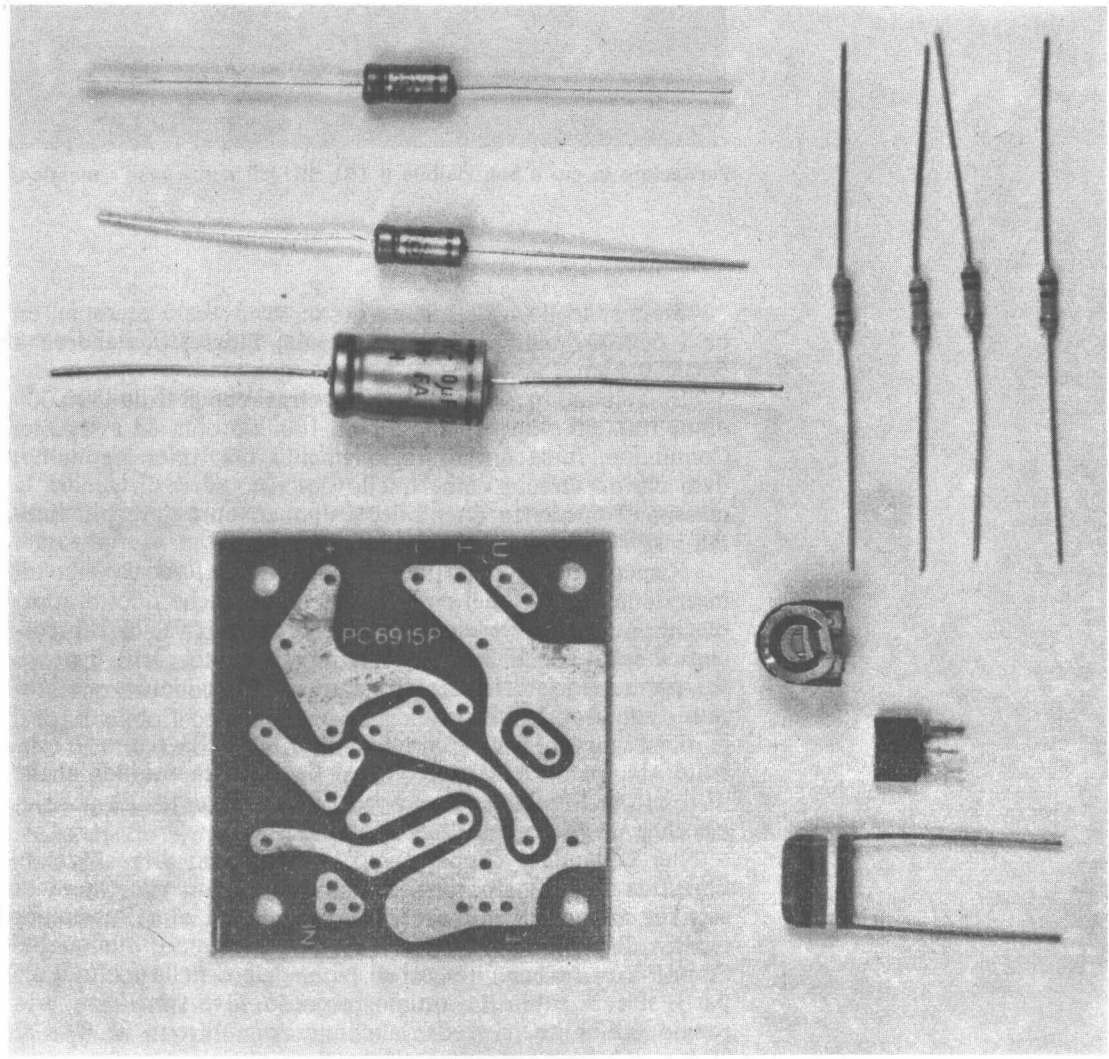
Anche la R1, ovviamente determina le condizioni reali di lavoro.



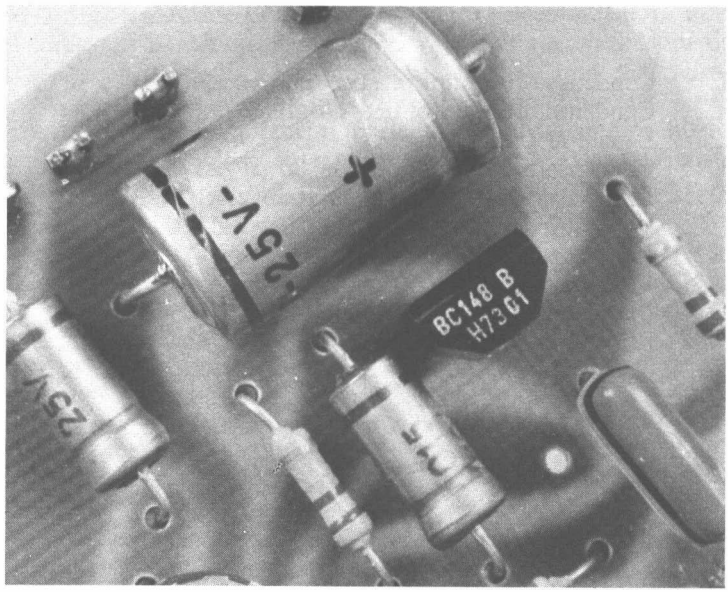
Prototipo a montaggio ultimato.

COMPONENTI

C1: Condensatore a film plastico Philips da 100.000 pF.
C2: Condensatore elettrolitico da 10 μF/25 V.
C3: Eguale al C2.
C4: Condensatore elettrolitico da 80 μF/25 V.
R1: Resistenza da 680.000 ohm (può essere tolta, vedi testo) ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 150.000 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 270.000 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 220.000 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistenza variabile (trimmer potenziometrico lineare) da 10.000 ohm.
TR1: Transistore BC148/B.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 02, è disponibile a richiesta.



Particolare in cui è ben visibile il TR1 BC148B con « case » plastico.

Se la si toglie, vale quanto detto; se invece è presente, ed ha i 680.000 ohm indicati a schema, l'ingresso scenderà a 500.000 ohm.

Si avranno poi 330.000 ohm circa per R1 da 390.000 ohm, 100.000 ohm per una R1 da 100.000 ohm ed a seguire. Comunque, forse questo ragionamento non interessa molto, dato che in circuiti come quello descritto serve in genere la massima impedenza ottenibile, e di rado un valore più limitato: si veda comunque la nota a parte.

Rispettando le polarità dei condensatori, ed il verso di inserzione del TR1 nel circuito stampato, anche questo apparecchio non presenta alcuna difficoltà costruttiva. Non preoccupi il fatto che il BC148 ha terminali molto corti; è previsto per sopportare il calore, sempreché la saldatura sia corretta, non troppo insistita.

Le sagome dei condensatori riportate nella figura 7 (circuito stampato) tengono conto della polarità, quindi anche se il lettore è totalmente inesperto non avrà difficoltà nel rintracciare il giusto inserimento.

Per collaudare l'apparecchio finito (tempo di realizzazione: circa un'ora) si collegherà all'ingresso un generatore di segnali, un giradisco piezo, una capsula ad alta impedenza o altro disponibile, ed all'uscita un amplificatore qualunque. Se non vi sono banali errori di montaggio o nella scelta delle parti, si avrà subito un ottimo responso. Ove risulti un certo ronzio, all'uscita, si veda la connessione diretta al C1; se essa non è bene schermata, dato che qui si ha una impedenza alta, il disturbo è prevedibilissimo.

IL CONTROLLO DEI TONI

In un manuale come questo, che ha per scopo l'insegnamento dell'elettronica intrapreso per via squisitamente pratica, tramite realizzazioni via via più impegnate (ma sempre alla portata di qualsiasi sperimentatore) e l'acquisizione della relativa esperienza, non poteva mancare un certo numero di richiami alla tecnica dell'HI-FI.

In questo tema, ed anche come logica prosecuzione del discorso intrapreso con gli adattatori visti, tratteremo ora un interessante e moderno controllo di toni « amplificato » del genere Baxandall.

Il circuito (figura 8) impiega due transistori che hanno il compito di dare il guadagno che serve a compensare l'attenuazione introdotta dal circuito di controllo. In tal modo, il tutto, quando i potenziometri degli acuti e dei bassi sono posti a mezza corsa, e la risposta è piatta, ha un « guadagno » uguale a uno.

Se però il controllo dei bassi è al massimo, rispetto al livello medio si ha un guadagno di 20 dB, ed altrettanto va detto per gli acuti.

Fatto non indegno di interesse, quando i due controlli sono regolati per un reciproco perfetto bilanciamento, la banda passante ha quasi 40 KHz di valore, andando da qualche Hz a 40.000 Hz entro 2 dB; si veda li grafico di figura 9.

Commentiamo ora brevemente lo schema.

Già da una prima occhiata si nota che il complesso è monofonico, ma naturalmente nulla impedisce di costruirne due identici e di munirli di doppi potenziometri monocomandati,

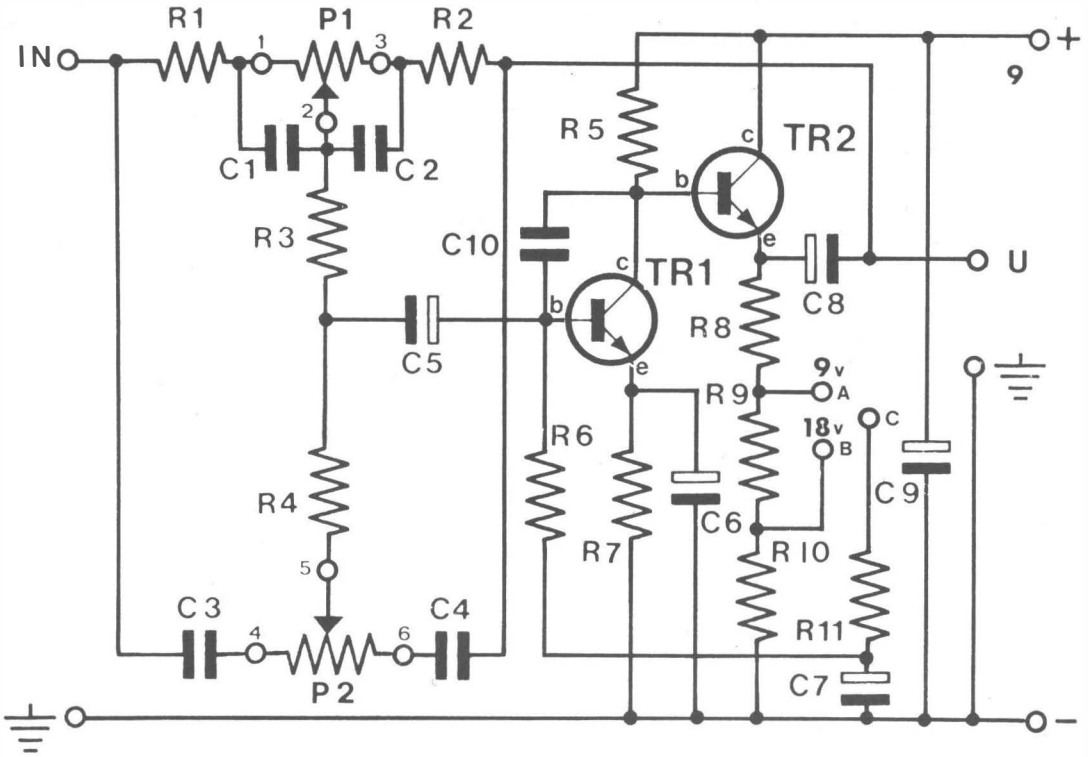


Fig. 8 **Schema elettrico generale.**

sì da avere il controllo dei toni simultaneo, ed uno stereo del tutto degno di questo nome.

L'ingresso è al terminale « I » e, naturalmente, alla massa generale (negativo dell'alimentazione).

Il valore dell'impedenza di questo raccordo è medio-basso; si ottengono buoni risultati prelevando il segnale da elaborare su generatori che presentino all'uscita da 10.000 a 30.000 ohm circa, ad esempio ambedue gli adattatori che abbiamo già analizzato. O altri « preamplificatori » transistorizzati in genere dicendo.

R1, con P1, R2, C1 e C2 costituisce il controllo dei bassi; C3, con P2 e C4 quello degli acuti. L'amplificatore transistorizzato preleva i segnali tra R3 ed R4 e li rende al capo « U »: uscita. E' però da notare che di qui torna ai gruppi di controllo il segnale, sicché il tutto lavora in controreazione. Per una stabilità termica perfetta (questo dispositivo ha una gamma di lavoro che si estende da — 10 °C a + 40 °C) i transistori sono al Silicio, ed il circuito gode di vari accorgimenti: primo tra tutti la controreazione totale in CC che dall'emettitore del TR2 giunge alla base del TR1 via R11 ed R6. Si noti il C7 che disaccoppia il circuito per i segnali.

TR1 e TR2 sono interconnessi direttamente; C10 serve

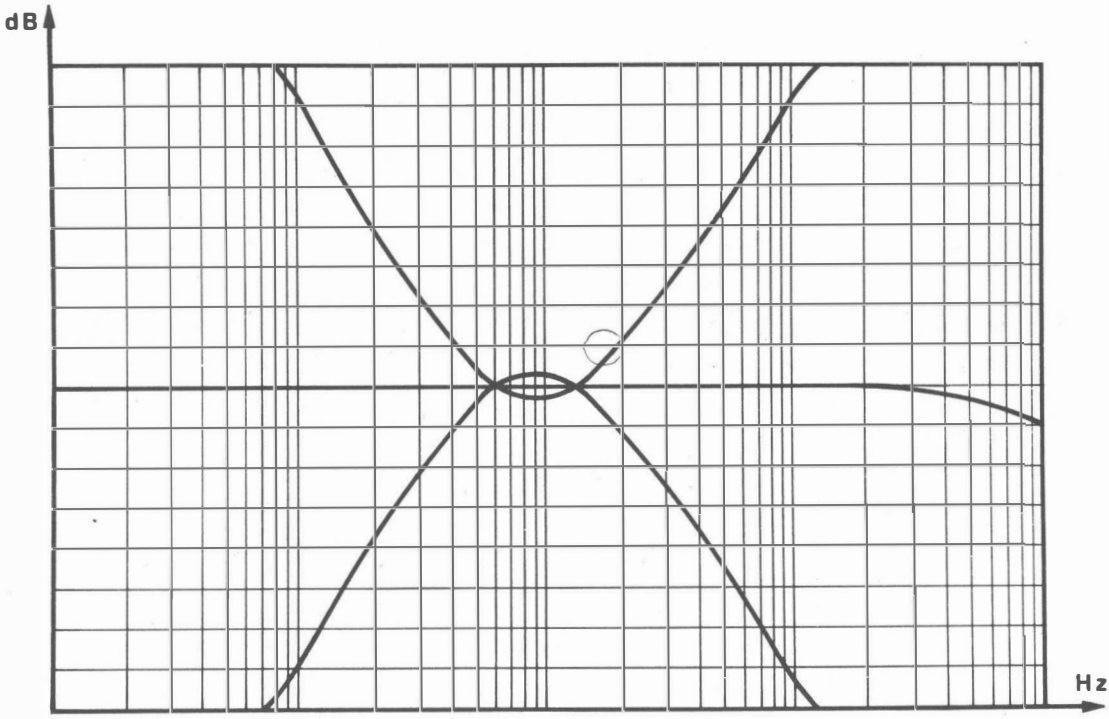


Grafico delle curve di regolazione.

Fig. 9

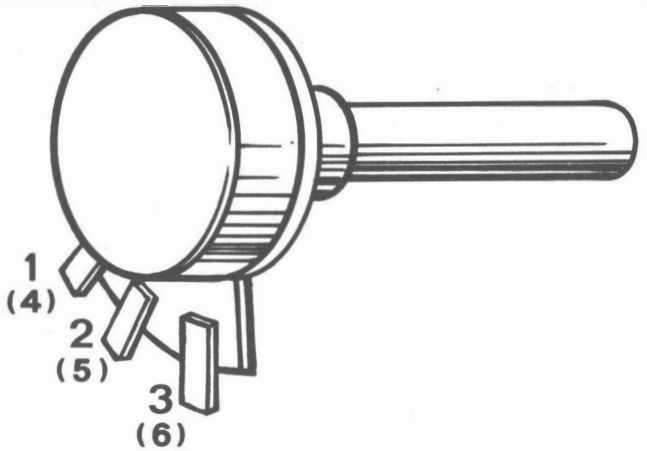


Fig. 10b

I potenziometri per la regolazione dei toni acuti e bassi vanno connessi come indicato dai numeri riportati nello schema elettrico ed in questa figura: si notino i terminali.

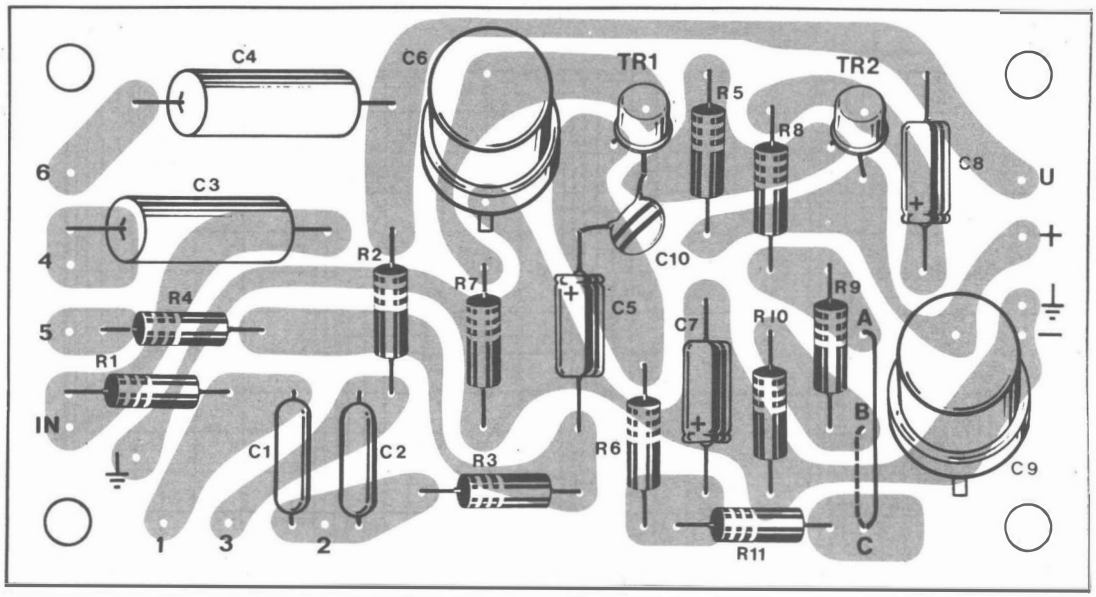
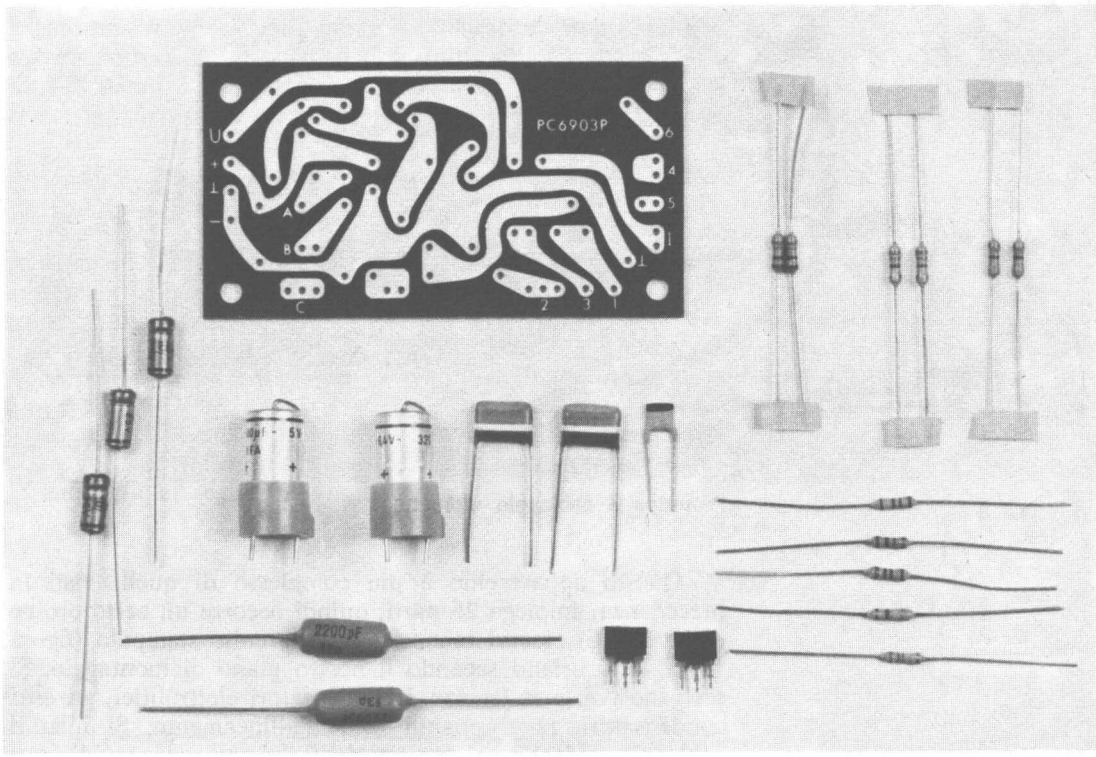


Fig. 10 **Basetta e disposizione dei componenti.**

COMPONENTI

C1: Condensatore a film plastico Philips da 47.000 pF.
C2: Eguale al C1.
C3: Condensatore a film plastico da 2.200 pF.
C4: Eguale al C2.
C5: Condensatore elettrolitico da 10 μF/25 V.
C6: Condensatore elettrolitico da 320 μF/6,4 V.
C7: Eguale al C5.
C8: Eguale al C5.
C9: Condensatore elettrolitico da 80 μF/25 V.
C10: Condensatore ceramico miniatura da 47 pF.
P1: 100 kΩ logaritmico.
P2: Eguale al P1.
R1: Resistenza da 4.700 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 4.700 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 33.000 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 3.300 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistenza da 15.000 ohm, ¼ W, 5%.
R6: Resistenza da 100.000 ohm, ¼ W, 5%.
R7: Resistenza da 2.200 ohm, ¼ W, 5%.
R8: Resistenza da 3.300 ohm, ¼ W, 5%.
R9: Resistenza da 220 ohm, ¼ W, 5%.
R10: Resistenza da 680 ohm, ¼ W, 5%.
R11: Resistenza da 100.000 ohm, ¼ W, 5%.
TR1: Transistore BC148/b.
TR2: Eguale al TR1.

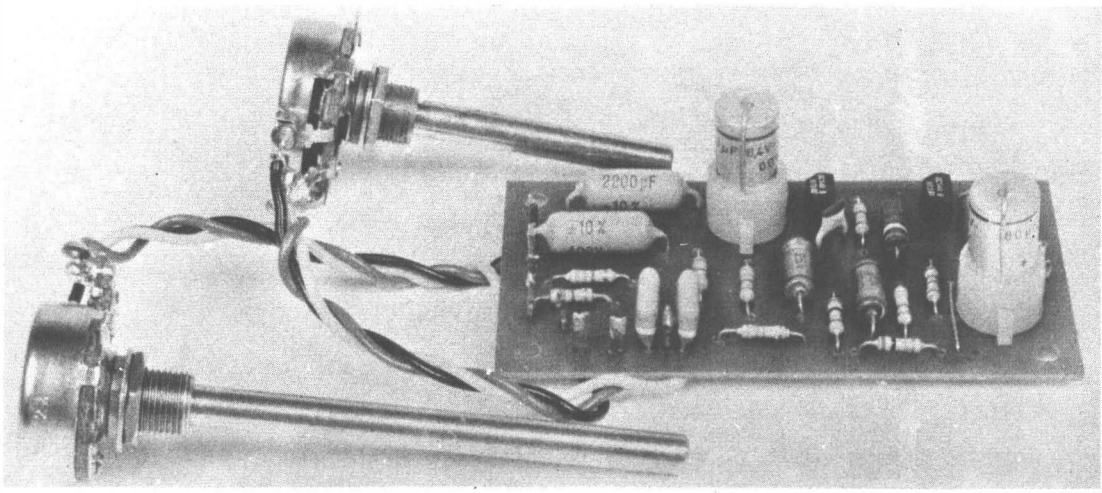


Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 03, è disponibile a richiesta.

per correggere il responso sull'estremo elevato della banda. R5 è al tempo il carico per il TR1 e l'elemento di polarizzazione per il TR2. Quest'ultimo lavora a collettore comune, ed ha quindi l'uscita sull'emettitore. Poiché questo regolatore può funzionare a 9 V, oppure a 18 V di alimentazione, in serie al TR2 vi sono R8, R9, R10. Se si sceglie l'alimentazione a 9 V, il punto « C » del circuito andrà connesso al punto « A », altrimenti al punto « B »: questa commutazione, che è affidata ad un ponticello fisso sul circuito stampato, aggiusta polarizzazioni e punto di lavoro per TR1 e TR2. Come ultima nota, aggiungeremo che R7 contribuisce alla stabilità dell'amplificatore, mentre C6 la disaccoppia per non avere una severa attenuazione sui segnali. Si noti l'ampio valore di quest'ultimo: ben 320 μF! Ciò si spiega con la necessità di bipassare anche i segnali più bassi come frequenza; basterebbe alterare la capacità, e la curva di risposta peggiorerebbe immediatamente.

C9 è il solito by-pass dell'alimentazione.

Visto così lo schema, aggiungeremo che l'uscita, grazie al particolare stadio in cui è impiegato TR2, è a bassa impedenza: può quindi essere collegata ad un amplificatore di potenza senza grossi problemi di schermatura, o di brevità nel cavetto.



Prototipo a cablaggio ultimato.

Questo apparecchio è più complesso di quelli visti in precedenza; impiega 25 parti, quindi occorre un certo ordine di lavoro. Si osservi innanzitutto il circuito stampato (figura 10) e lo si orienti secondo il nostro piano di montaggio. Si scelgano poi le resistenze, i condensatori elettrolitici, gli altri condensatori, raggruppabili in bell'allineamento. Si inizi il cablaggio saldando nei fori terminali dei capicorda rigidi (particolare nella fotografia di testo).

un ordine di lavoro

Si pongano poi al loro posto tutte le resistenze ed i condensatori non polarizzati, curando di non fare saldature successive; quando diversi terminali devono far capo ad una medesima linguetta, conviene piegare e tagliare i reofori, quindi saldarli tutti assieme, brevemente, ma con la quantità di stagno che serve per stendere una bella pellicola, uniforme e sottile.

Si passerà ora agli elettrolitici che devono essere orientati con estrema precisione. Buoni ultimi verranno i due transistori.

La basetta è completa, ma i potenziometri? Bene, questi saranno connnessi ai capicorda mediante fili flessibili colorati (per non fare possibili confusioni) lunghi una sessantina di millimetri. Queste quote non sono strettamente obbligate, è

LA CONNESSIONE DIRETTA

Quando è necessario amplificare frequenze molto basse, pochi Hz, contemporaneamente ad una banda di segnali piuttosto ampia, come nel caso dell'apparecchio appena visto, conviene l'accoppiamento diretto tra gli stadi transistorizzati. Infatti questo è attuato anche nel regolatore dei toni.

Il vantaggio ottenuto in questo modo è l'assenza di condensatori, ovviamente, quindi di una reattanza capacitiva tra gli stadi, che, per piccola che sia (adotttando eventualmente elettrolitici amplissimi) è pur sempre valida, e tende a limitare il responso ai bassi. Teoricamente, gli amplificatori basati sui circuiti di principio di fig. 11 e 12 possono lavorare dalla corrente continua a varie decine di migliaia di Hz.

Nel circuito di figura 11, la polarizzazione del TR1 è convenzionalmente ottenuta mediante R1-R2; e TR2 come è polarizzato? Semplice, la resistenza R3, oltre ad essere il carico del TR1, con il TR1 stesso

logico; non conviene però tenere le connessioni troppo lunghe perché potrebbero dar luogo a fastidi: inneschi parassitari. restringimenti della banda causati da mutua influenza, captazione di ronzii e via dicendo.

Anche questo dispositivo non necessita di messa a punto. Può essere collegato tra la sorgente di segnale e l'amplificatore e provato subito, ma attenzione. All'ingresso il segnale non deve essere maggiore di 100 mV come ampiezza, mentre in nessun caso all'uscita si devono avere picchi di segnali superiori a 4 V, quali che siano le regolazioni dei controlli, per 18 V di alimentazione. Per 9 V di alimentazione, la massima tensione-segnale all'uscita non deve superare i 2 V.

Dato che l'escursione della dinamica dei toni è assai ampia, come abbiamo visto, siamo certi che i risultati non deluderanno chi ci segue.

Fig. 11

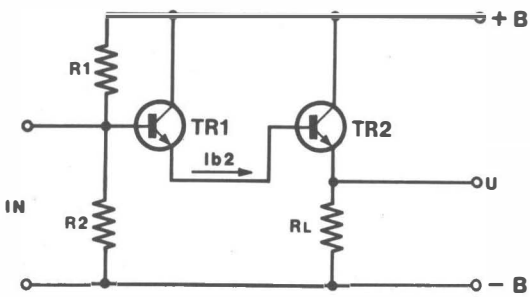
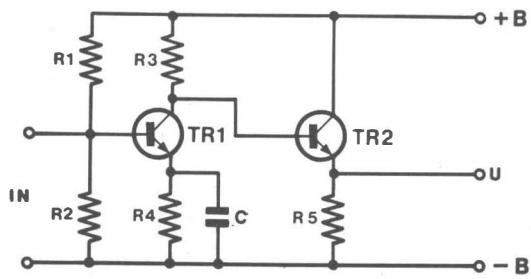


Fig. 12



Alcuni esempi di connessione diretta fra semiconduttori. Si noti la rete di polarizzazione.

forma una sorta di partitore per il TR2. In un arco di valori che dipende dalla tensione di alimentazione, più è ampia la R3, maggiore è il guadagno della coppia, dato che ogni variazione nella corrente di collettore del TR1 appare come una variazione nella corrente di base del TR2.

Lo svantaggio tipico di questo genere di circuito, se non è progettato con gran cura, è la mediocre stabilità termica. Infatti, qualunque variazione della corrente di collettore del TR1 dovuta non al segnale, ma all'agitazione termica viene amplificata dallo stadio seguente e ogni piccolo spostamento nel punto di lavoro del TR1 diviene un notevole spostamento per il TR2. A ciò si ovvia mediante opportune controreazioni, che abbiamo visto in pratica nella figura 8.

Il circuito di figura 12, riportato per completezza, viene definito « Darlington » oppure (termine più raro) « Superbeta ». In questo, la corrente di emettitore del TR1 è uguale alla corrente di base del TR2. Il guadagno della coppia è praticamente il prodotto del guadagno in corrente di ciascun transistore: si può scrivere: Guadagno = $(\beta 1 + 1)$ $(\beta 2 + 1)$. A parte la solita assenza del condensatore che favorisce una estensione illimitata della banda passante verso le frequenze basse, questo circuito presenta anche il vantaggio della semplicità, e, se occorre, quello di avere una impedenza di ingresso piuttosto elevata, o elevata. Sulla base del TR1, noi abbiamo infatti un valore che è in pratica R1 moltiplicata per il Beta di ciascuno dei due transistori. Supponiamo che la R1 sia 500 ohm e che ogni transistor abbia un Beta di 50, oggi davvero da ritenersi minuscolo. Avremo allora: $(50)^2 \cdot 500$ ohm, ovvero 2.500 per 500: come dire ben 1,25 Mega ohm!

UN FILTRO ATTIVO

I più moderni e perfezionati complessi HI-FI comprendono un controllo marcato « Scratch-Rumble Filter ». E' questo, come dice la traduzione dall'inglese, un filtro che può eliminare disturbi sfrigolanti o rullanti. Da dove vengono? Bene, non certo dagli impianti stessi, che, come abbiamo visto sono assai « silenziosi » (nella norma, un buon amplificatore ha un rumore proprio di — 60 dB rispetto al segnale, ovvero un rumore assolutamente inaudibile).

Quindi? Bene, non è detto che il migliore apparato ad alta fedeltà debba riprodurre sempre incisioni perfette; al contrario, vi sono collezionisti di musica lirica, o più pedestremente di canzonette degli anni '30, che si muniscono dei più elaborati e costosi sistemi proprio per estrarre l'estraibile da dischi consumatissimi, frusti, segnati; questi. mescolano a flebili voci una cacofonia di sibili, raschi, fruscii.

Ecco allora la necessità di eliminare delle intere bande audio, quelle che recano i fastidi detti.

Ed ecco il nostro filtro, che viene ad integrare lo studio pratico delle apparecchiature audio: lo schema appare nella figura 13.

Anche questo dispositivo usa moderni transistori al Silicio BC148/b, come il controllo dei toni trattato in precedenza, ma il circuito di impiego è basato su concetti diametralmente opposti. Infatti nell'altro si tendeva ad evitare ogni accoppiamento capacitivo per ottenere la banda passante più ampia; in questo, l'accoppiamento è proprio a resistenza-capacità e la reattanza capacitiva è impiegata al fine di limitare la banda (vedi nota).

Ma osserviamo il circuito senza ulteriori premesse.

L'ingresso « I », ha una impedenza elevata: circa 700.000 ohm a 1.000 Hz, il raccordo va quindi effettuato su di un generatore adatto. Se però si vuole diminuire tale valore, basta shuntare « I » connettendo tra esso ed il negativo generale una resistenza fissa da ½ W; questa può essere da 120.000 ohm, ed allora la Zi scenderà a 100.000 ohm senza peraltro che le caratteristiche generali decadano. Con un valore di 47.000 ohm, avremo un pari valore nella Zi, ed è persino possibile shuntare l'ingresso con una resistenza di soli 10.000 ohm, che porterà l'entrata altrettanto in « basso ». Vi è quindi tutta una estesa gamma di possibilità di accoppiamento.

Comunque, il segnale che entra, viene subito applicato al commutatore « SW1 » (anti rumble) che seleziona C1 C2 C3 C4; poiché C1 e C2 hanno valori assai limitati, le eventuali frequenze basse che disturbino vengono già attenuate da questo primo artificio. Dal lato « comune » del gruppo di condensatori, il segnale, tramite R2 giunge alla base del TR1; questo lavora a collettore comune ed è polarizzato nel sistema « bootstrap » già osservato nello schema di figura 6. L'uscita dello stadio, sull'emettitore, perviene alla seconda sezione del commutatore « anti rumble » già notato all'in-

Fig. 13

Collegamenti dei due commutatori. I numeri segnalati accanto ai terminali corrispondono a quelli di fig. 13 schema elettrico e dello schema costruttivo.

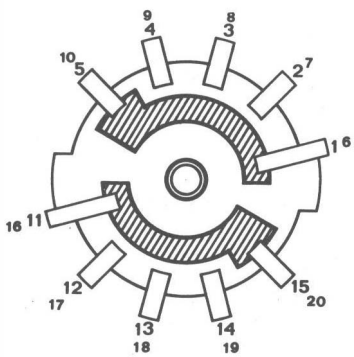


Fig. 13b

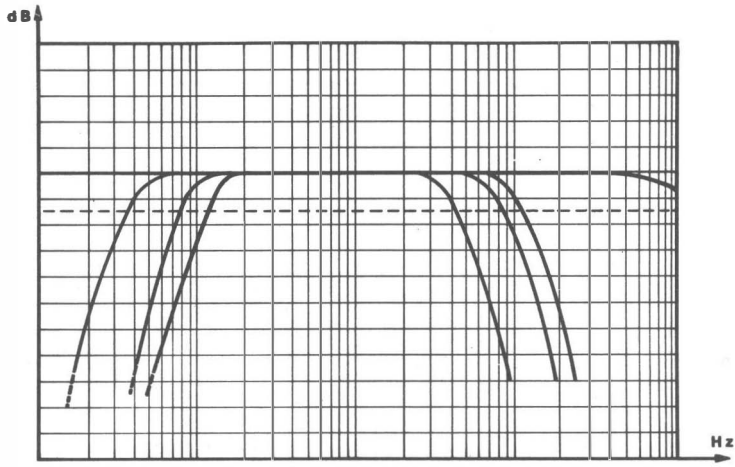


Fig. 14

Curve di attenuazione.

gresso. Questa seleziona ancora una volta una serie di quattro condensatori: allorché non è inserito C14 (posizione 12) l'attenuazione dei bassi è severa e progressiva: figura 14.

R7 ed R8 bilanciano l'impedenza, C19 serve come accoppiamento per il secondo stadio, TR2, che ha esattamente la conformazione dell'altro, anche per i valori resistivi. Dall'emettitore del TR2 il segnale va all'utilizzo.

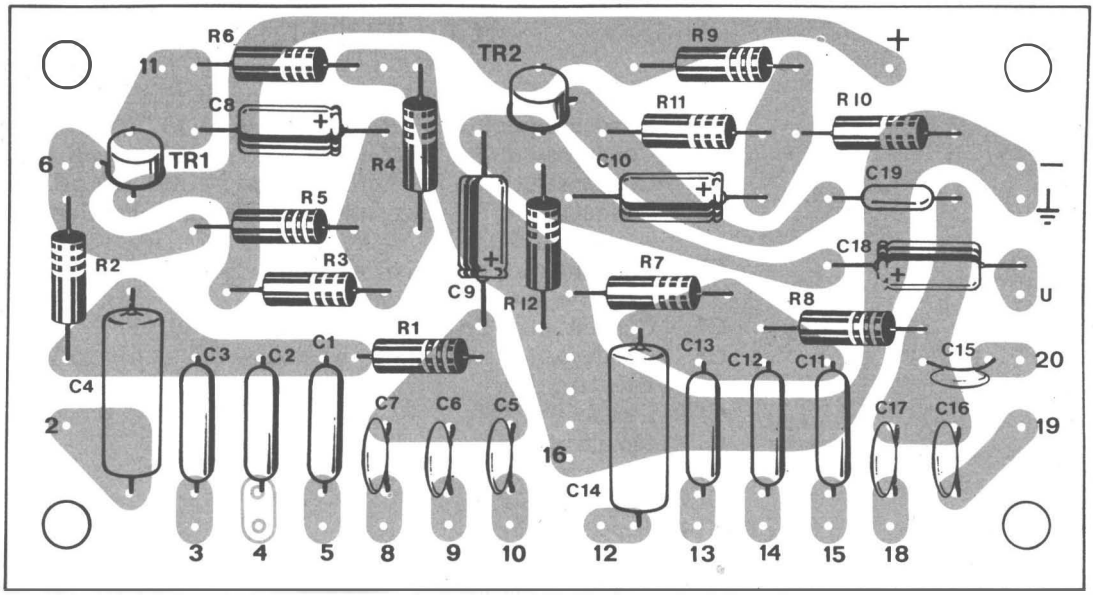
reattanza ed induttanza

Abbiamo ignorato sin'ora il commutatore « taglia acuti » ovvero SW2, e ciò per la logica ragione che per capirne il funzionamento bisogna prima vedere tutto il percorso del segnale sino all'uscita. SW2 lavora infatti, con le due sezioni ed i gruppi di tre condensatori relativi, in due maniere. Con le posizioni 18, 19 e 20 bipassa semplicemente a massa i segnali disturbanti, mentre con le 8, 9 e 10 crea un circuito di controreazione che riporta il segnale dall'uscita all'ingresso (base del TR1) via C9, nonché in particolare C5 C6 C7. Ora, come è noto, la reazione negativa o controreazione ha l'effetto di attenuare i segnali su cui opera. C5 è maggiore di C6, e questo del C7. Quindi, essendo inserito C5 viene attenuata una banda maggiore degli acuti, da 4.500 Hz in poi. Con C6 l'attenuazione inizia da 9.000 Hz; con C7 si tagliano unicamente le frequenze superiori a 12.000 Hz.

Poiché parliamo di frequenze di taglio, occorre precisare che con l'altro commutatore, SW1, nella posizione 1 (con C4 e C14 in gioco) l'attenuazione avviene in una banda praticamente subsonica, e non la si rileva altro che in particolarissimi casi. Nella posizione 2 (con C3 e C13) il taglio è per segnali inferiori a 35 Hz. Nella posizione 3 (C2 e C12) si opera da 80 Hz in meno; infine nella posizione 4 (C1 e C11) la frequenza di taglio è 120 Hz: figura 14.

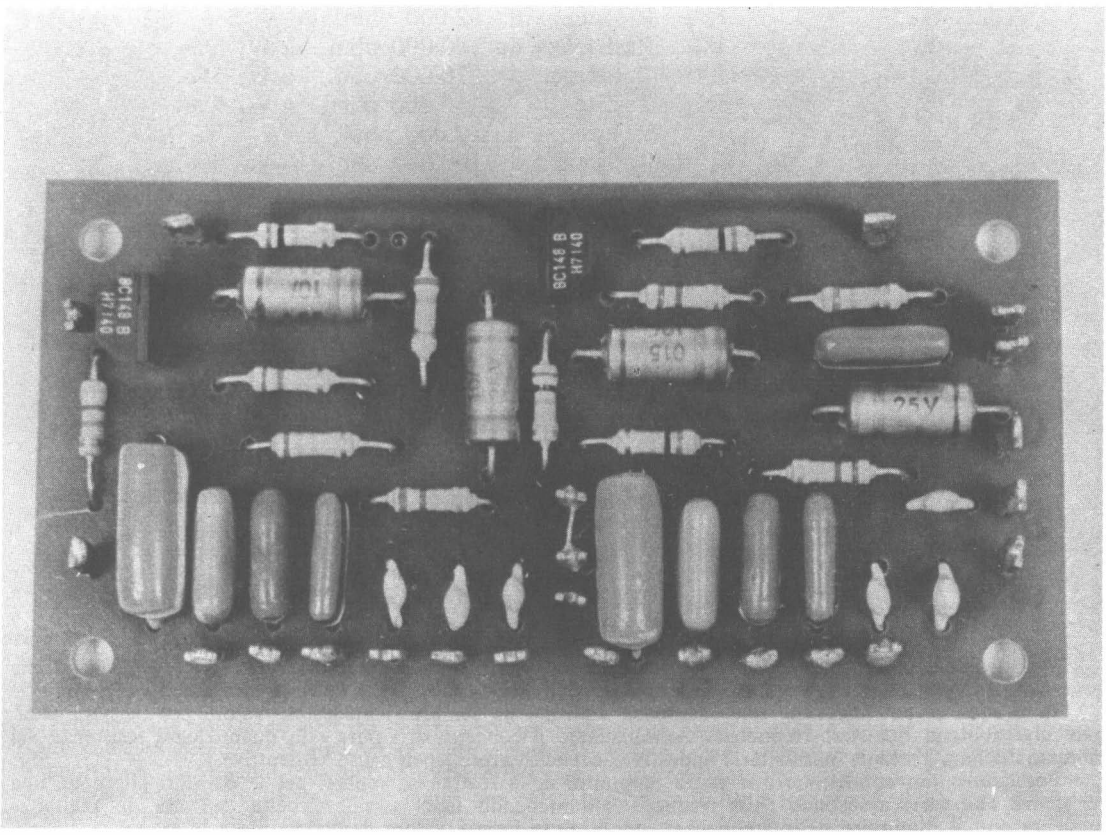
Abbiamo così osservato l'intero circuito nei dettagli.

Il montaggio di questo filtro è semplice, se si procede in modo ordinato ed attento: la basetta stampata appare nella



Basetta e disposizione dei componenti. Fig. 15

Prototipo a montaggio ultimato.



COMPONENTI

C1: Condensatore a film plastico Philips da 10.000 pF.
C2: Condensatore a film plastico Philips da 15.000 pF.
C3: Condensatore a film plastico Philips da 33.000 pF.
C4: Condensatore a film plastico Philips da 220.000 pF.
C5: Condensatore ceramico miniatura da 470 pF (Marcato spesso « n 47 »).
C6: Condensatore ceramico miniatura da 270 pF (Marcato spesso « L » oppure « n 27 »).
C7: Condensatore ceramico miniatura da 180 pF.
C8: Condensatore elettrolitico miniatura da 10 μF/25 V.
C9: Eguale al C8.
C10: Eguale al C8.
C11: Eguale al C1.
C12: Eguale al C2.
C13: Eguale al C3.
C14: Eguale al C4.
C15: Eguale al C5.
C16: Eguale al C6.
C17: Eguale al C7.
C18: Eguale al C8.
C19: Condensatore a film plastico da 22.000 pF.
R1: Resistenza da 150.000 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 82.000 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 180.000 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 270.000 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistenza da 150.000 ohm, ¼ W, 5%.
R6: Resistenza da 10.000 ohm, ¼ W, 5%.
R7: Resistenza da 100.000 ohm, ¼ W, 5%.
R8: Eguale alla R7.
R9: Eguale alla R3.
R10: Eguale alla R4.
R11: Eguale alla R5.
R12: Eguale alla R6.
TR1: Transistore BC148/b.
TR2: Transistore BC148/b.
SW1: Commutatore a due vie, quattro posizioni.
SW2: Eguale a SW1.

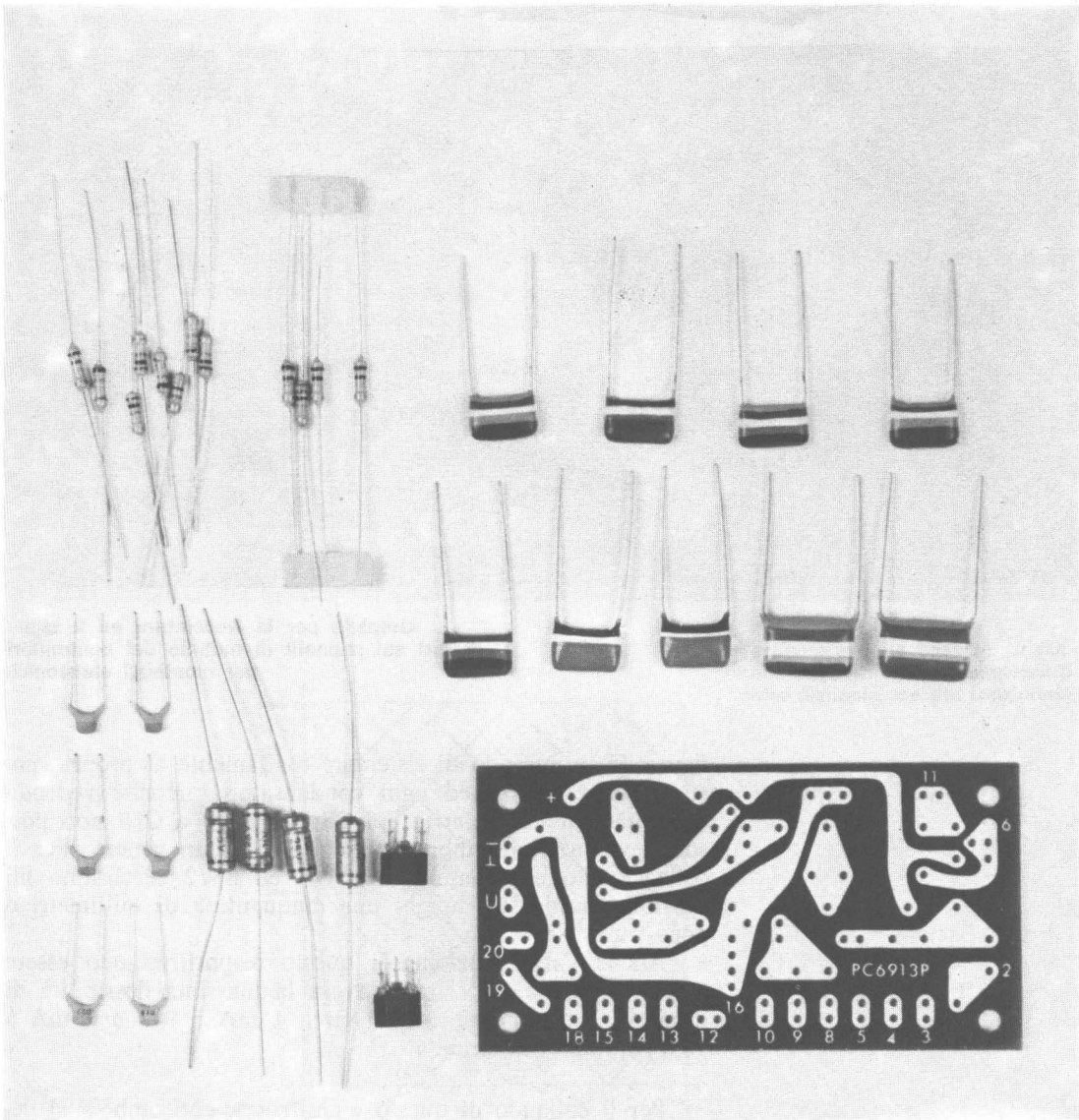
RE 04

LA REATTANZA

Per meglio comprendere le funzioni del circuito esaminato, è necessario essere edotti sulle leggi che governano la reattanza; ovvero il comportamento dei condensatori nelle correnti alternate.

In pratica si può dire che una resistenza « pura » ha sempre il medesimo valore per tensioni alternate che abbiano qualsiasi frequenza. Sottolineiamo il concetto di « pura » in quanto ogni resistenza del mercato ha una costante parassitaria induttiva, capacitiva ecc., per cause costruttive.

Per contro, un condensatore a causa, appunto, della reattanza, appare, per le correnti alternate, una resistenza che varia a seconda della frequenza. Mantenendo fisso il valore della capacità, la reattanza aumenta con il diminuire della frequenza; mantenendo fisso il valore della frequenza la reattanza aumen-

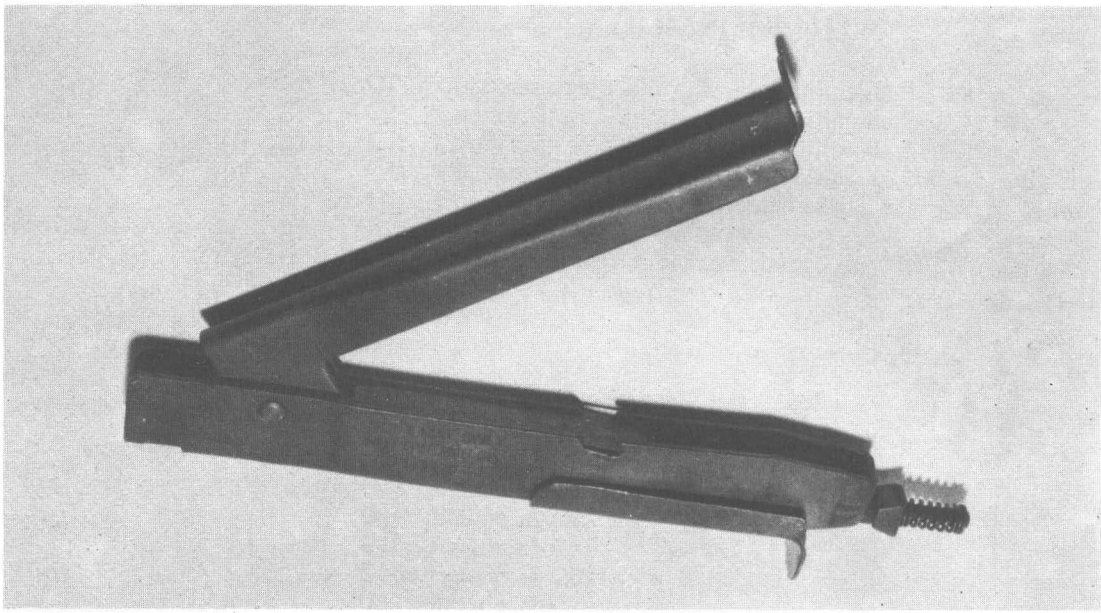


Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 04, è disponibile a richiesta.

ta col diminuire della capacità.

E' possibile tracciare un monogramma, perché l'andamento delle relazioni è costante; esso appare nella figura 17, ove, per la reattanza, possiamo notare che, ad esempio, un condensatore da 1.000 pF per 5.000 Hz appare come una resistenza da 90.000 ohm, mentre per 20.000 Hz equivale ad una resistenza da circa 10.000 ohm, e per 100.000 Hz a 1.500 ohm.

Teoricamente, la carica elettrica che si può applicare ad un condensatore, è proporzionale alla e.m.f. ed alla capacità del detto. L'ammontare della carica sale e scende nel « circuito » ad ogni ciclo, quindi il rapporto del movimento, che poi equivale direttamente alla corrente, è proporzionale alla tensione, alla capacità ed alla frequenza. Formulando una relazione tra capacità e frequenza, si ha una funzione del tutto simile alla legge di Ohm.



Utensile per la tracciatura ed il taglio di fori sui pannelli di metallo dei contenitori per montaggi elettronici.

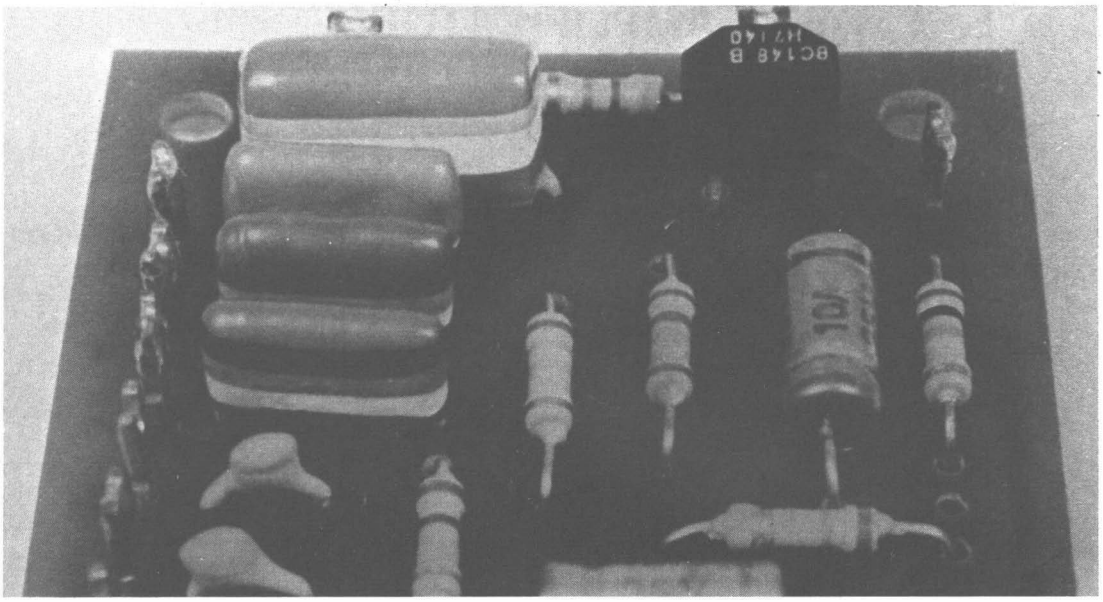
figura 15, e curando di sistemare esattamente al proprio posto ogni resistenza ed ogni condensatore, nonché vedendo accuratamente la polarità dei C8, C9, C10 e C18 non possono evidenziarsi dubbi e difficoltà di alcun genere. Per il collegamento ai commutatori SW1 ed SW2 serviranno fili flessibili multicolori lunghi una cinquantina di millimetri o poco più.

Anche l'alimentazione di questo dispositivo può essere a 9 V oppure a 18 V, onde avere la massima flessibilità di impiego. L'assorbimento è di circa 1 mA a 9 V e 2 mA a 18 V, quindi trascurabile.

Per il collaudo di questo « antifruscìo-antirombo » si deve tener presente che, nel caso comune in cui sia preceduto da un preamplificatore, la tensione di ingresso non deve superare i 2,5 V se l'alimentazione è a 9 V, oppure 5 Veff se è a 18 V. L'uscita, ha un praticissimo valore a bassa impedenza (500 ohm circa) che non crea problemi di adattamento verso qualunque amplificatore.

Il guadagno di questo « antitutto » . . . non c'è; per evitare complicazioni è pari all'unità; quindi, tanto entra, tanto esce, a tutto vantaggio dell'assenza di inneschi.

Chiuso l'inciso, per concludere anche con questa elaborata esperienza e costruttiva e d'impiego, diremo che se il lettore ha un disco vecchio, consumato, segnato, potrà apprezzare in pieno le qualità del filtro, che veramente cancella la maggioranza dei disturbi.



Particolare della basetta su cui sono raccolti tutti i componenti nella disposizione più funzionale.

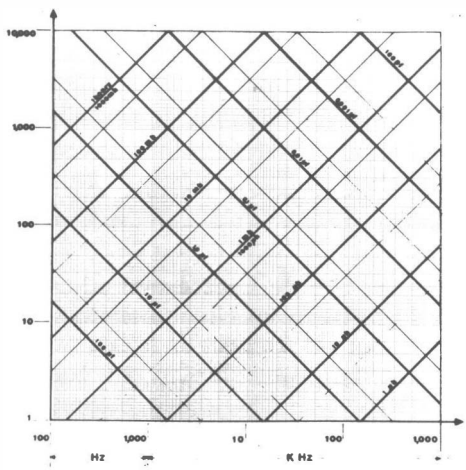


Fig. 17

Invece della resistenza si ha la reattanza, in questo caso, ma il valore calcolato è sempre in Ohm. V'è anzi una formula che consente una valutazione perfetta; la seguente:

$$Xc = \frac{1}{2 \pi f C}$$

ove: Xc è la reattanza, come abbiamo detto in Ohm; « f » è la frequenza in Hz; C è la capacità, ma in Farad (valore poco pratico); π è uguale a 3,14.

Per esempio: proviamo a considerare un condensatore (C5) da 470 pF. A 7.000 Hz, il calcolo relativo è il seguente:

$$X \text{ (Reattanza in Ohm)} = \frac{1}{2 \pi f C} = \frac{1}{6{,}28 \cdot 7.000 \cdot 0{,}00047} = 470.000 \text{ ohm ca.}$$

AMPLIFICATORE A CIRCUITO INTEGRATO

Abbiamo proposto all'attenzione del lettore, sin'ora, diversi circuiti elaborati di segnali, facendo sempre accenno a « stadi di potenza » non meglio specificati che sarebbero « seguiti » ad essi.

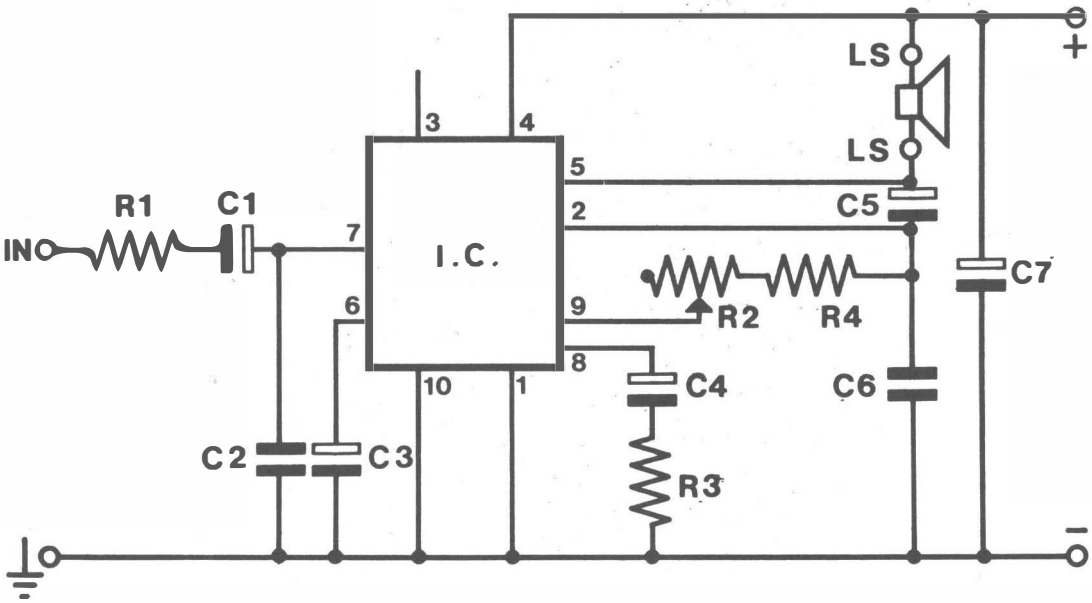
E' tempo quindi di vedere uno di questi, e dato che l'elettronica di oggi è sempre più volta ai Circuiti Integrati, il nostro primo esempio didattico e pratico di amplificatore di potenza, non può che essere IC.

Si tratta di un circuito tipico, e tipico è l'integrato scelto per l'uso: un Philips TAA300.

Sebbene il circuito in cui questo è utilizzato sia classicheggiante, e grosso modo rappresenti una elaborazione della disposizione fondamentale Philips, vi sono lati degni d'interesse. Prima di tutto la miniaturizzazione: infatti il circuito stampato ha misure reali di 60 per 45 mm: si può dire che proporzionalmente all'ingombro, la potenza sia rilevante: 1W pienamente espresso, ovvero R.M.S. e non di picco.

Grazie a queste misure, l'amplificatore che trattiamo può ben servire per gli usi più disparati: amplificatore da pick-up, anche in Stereo, impiegando due esemplari identici; sezione di bassa frequenza per radioricevitori elaborati, unità di diffusione per piccoli organi e vari strumenti musicali elettronici; altro analogo. Il tutto prevedendo l'allogamento in qualche angolino libero, senza appositi contenitori.

Questo circuito integrato ha una fama assai favorevole per la sua resistenza ai sovraccarichi e l'elasticità d'impiego.



Schema elettrico generale. Fig. 18

Sebbene abbia le dimensioni di un transistore del genere 2N1711 (anzi minori, è più basso) contiene 11 transistori, 5 diodi, 14 resistenze. Questi « elementi » (definirli parti sarebbe errato) costituiscono un preamplificatore ad alta sensibilità; un pilota; un finale del genere « sigle endeed » ed un sistema di contrasto per la deriva termica. In sostanza, per funzionare, il TAA300 non ha alcuna necessità di stadi accessori. Se il circuito, come nel nostro caso, è ben studiato, la banda passante dell'amplificatore si estende tra 60-80 Hz e 25.000-28.000 Hz entro i consueti 3 dB. Il TAA300 può erogare 1 W, come abbiamo detto, in funzionamento continuo, con una temperatura ambientale di circa + 25 °C. Se detta aumenta, per esempio a 35-40 °C, l'integrato non può funzionare a piena potenza all'infinito; almeno senza raffreddamento. E' necessario munirlo di un radiatore Philips a stella mod. 56265. Risulta però dalla nostra esperienza che in normali condizioni di carico e uso il Watt può essere mantenuto anche sulla spiaggia (!) senza speciali artifici: il TAA300 pare una padella per friggere le uova, ma . . . « regge », magari con il calore irradiato guasta le parti circostanti e non defunge!

Appare nella figura 18; rispetto alle note Philips d'impiego, differisce per l'inserzione della R1, per la presenza del C2, che si è dimostrato utile per una maggiore stabilità, per l'inserzione della R4, che consente una migliore regolazione del punto di lavoro, per la manipolazione di alcuni va-

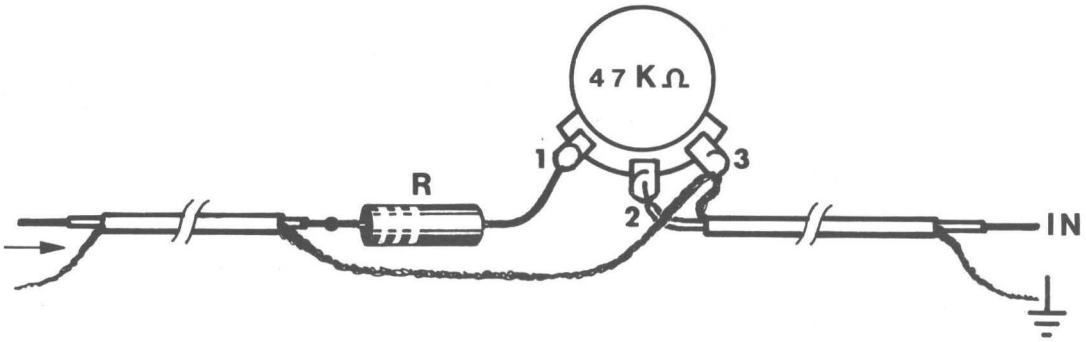


Fig. 19 **Collegamenti al potenziometro.**

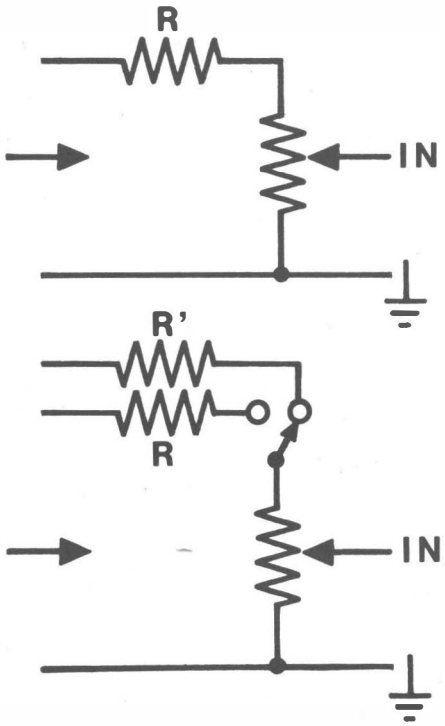


Fig. 20 **Alcuni collegamenti per il cambiamento d'impedenza.**

lori capacitivi.

Lo schema di base non prevede un controllo di volume, ma può essere molto utile aggiungerlo, e la figura 19 mostra l'attacco relativo.

Il potenziometro sarà da 47.000 ohm, ma l'impedenza d'ingresso effettiva si aggirerà sui 18.000 ohm a 1.000 Hz.

Per la massima potenza, basterà un segnale-pilota di 10 mV ai capi del regolatore: davvero poco! Se l'amplificatore è impiegato con uno dei preamplificatori e filtri descritti in precedenza, non vi sono problemi di adattamento; volen-

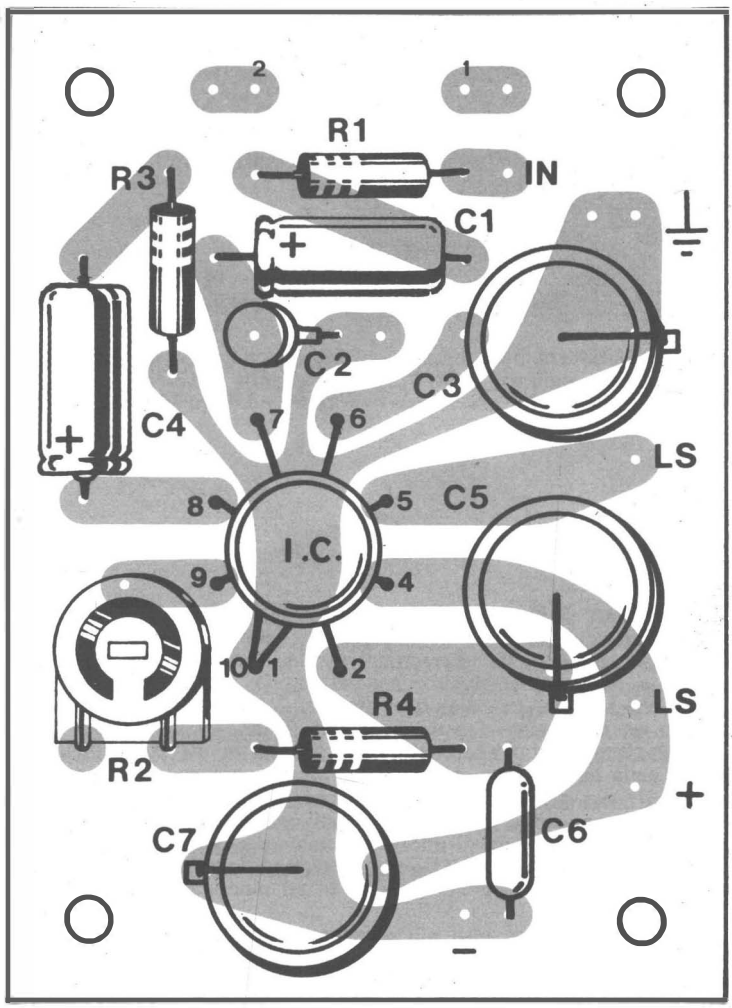


Fig. 21 **Basetta e disposizione dei componenti.**

dolo invece collegare direttamente ad una sorgente ad alta impedenza, si può ricorrere al « trucco » della resistenza-serie cui abbiamo accennato. Ovviamente ribadiamo quanto detto: la resistenza impoverisce il responso, ma a livello di esperienza vale. La figura 20 mostra questo accorgimento, con una R-R' di 100.000 ohm si avrà una impedenza reale di 110.000 ohm circa, ed una banda passante che si riduce a 100 Hz/20.000 Hz. Con una R di 330.000 ohm l'impedenza salirà a 340.000 ohm circa, ma la banda scenderà ulteriormente, ed all'incirca varrà 120 Hz/17.500 Hz entro 3 dB.

Con la riduzione della banda, si avrà anche un serio decremento nella sensibilità: da 10 mV si andrà a ben 100 mV per la resistenza da 100.000 ohm, ed addirittura a 270 mV per la piena potenza, impiegando la resistenza da 330.000 ohm.

L'accorgimento è quindi sconsigliato, se non sul piano sperimentale, e certo, se si desidera un ingresso di maggior valore, conviene impiegare uno degli adattatori già approfonditi.

Le parti necessarie sono poche, e vista la polarizzazione di C1, C3, C4, C5, C7, resta solo da verificare attentamente

LA TECNICA INTEGRATA

Dagli albori, in elettronica, si impiegano parti (resistenze, diodi, condensatori, ecc.) che pur tendendo sempre di più alla miniaturizzazione hanno un ingombro definito, un proprio involucro, ed in sostanza sono appunto pezzi: parti a sé stanti, da interconnettere per ottenere un determinato circuito.

Gli « integrati » hanno portato una rivoluzione, nel campo, perché non esistono più connessioni ed involucri. Tutte le parti che servono per realizzare un circuito non sono altro che elementi ricavati da una base in Silicio dalle microscopiche dimensioni: 2 per 2 mm. O similmente.

Se si osserva un IC (Integrated Circuit) si nota, con una buona lente, qualche differenza di colorazione o di omogeneità nella lastrina, ma solo i tecnici che lavorano in questo campo specifico sanno riconoscere alcuni elementi; per gli altri non vi sono che puntolini, striscette, metallizzazioni. Puntolini e strisce non sono che resistenze, diodi, transistori ricavati con una tecnica particolarissima: quella che illustra la figura 22, « spaccato » verticale di un IC estremamente ingrandito.

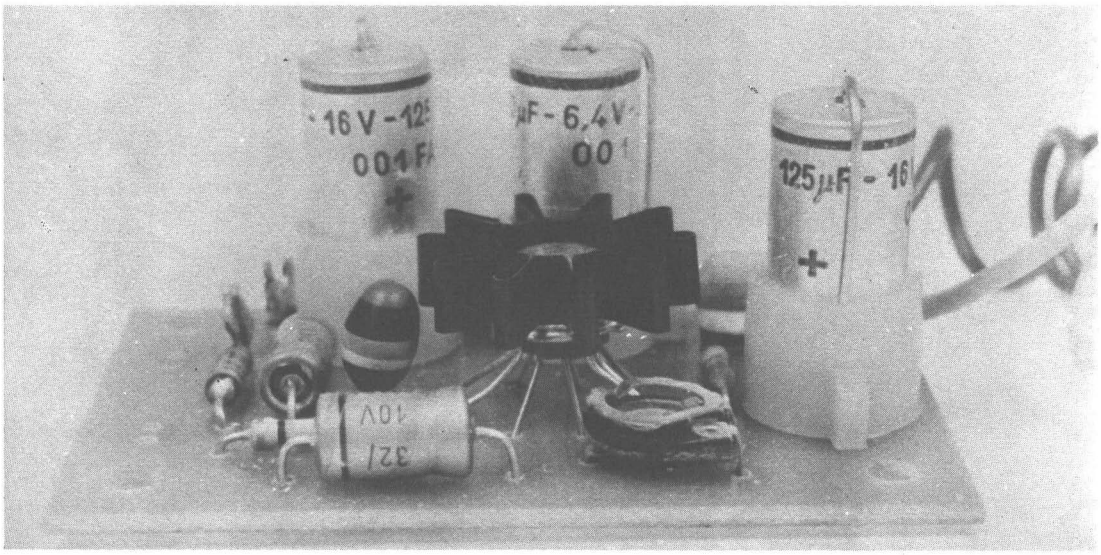
Come si nota, i semiconduttori, in un IC, sono ricavati diffondendo nella base di Silicio varie impurità che determinano strati « P » ed « N »: è facile, in tal modo, realizzare qualsivoglia diodo o transistore.

Per le resistenze, il materiale viene reso più o meno conduttore; per le interconnessioni, minuscoli depositi metallici assicurano il raccordo. Naturalmente tutte le operazioni di diffusione ed elaborazione sono oggi completamente automatizzate; macchine sempre più perfette sfornano IC complessi senza l'intervento umano. I tecnici progettano delle « maschere » microscopiche che nel loro infinitamente piccolo sono molto simili a quelle che usano i verniciatori di carri ferroviari o cassoni per le scritte ripetitive; attraverso a queste maschere, le macchine corrodono i punti da isolare, diffondono le « impurità », effettuano le metallizzazioni. Il tutto con scarti piccolissimi; insignificanti, sul piano industriale.

Ne consegue che inserire due o tre o trenta transistori in più, in un IC, rappresenti un costo trascurabile: di qui il progresso. Si possono sfornare amplificatori operazionali sempre più complessi, sistemi elaborati di segnali e impulsi che prescindano dal numero di elementi attivi e così via.

Parallelamente, gli IC più facili da realizzare in grande serie con il minimo scarto hanno assunto un prezzo trascurabile: sulle centocinquanta lire per quantitativi industriali. Li ritroviamo quindi sulle radioline, in quasi tutti i televisori, nella strumentazione, per poi non parlare dei sistemi di elaborazione dei dati (computers).

E' facile prevedere, a questo punto, che un domani molto vicino l'IC dominerà l'elettronica divenendo il nucleo basilare di ogni apparecchio: vi saranno alcuni integrati e poche altre parti complementari, come già avviene nel campo dei calcolatori tascabili.



Sul TAA 300, è infilato il radiatore ad alette per una migliore stabilità termica. Tale radiatore non deve toccare altre parti, ad evitare possibili cortocircuiti; si noti, ad esempio la vicinanza con il trimmer: i due non devono entrare in contatto per nessuna ragione.

E' quindi importante che il lettore veda il progetto che impiega il TAA300 testé trattato, non solo come un amplificatore piccolo, duttile, pratico; ma piuttosto come un approccio ad una tecnica in rapidissima, sicura espansione. Il solo fatto che con il TAA300 si possa realizzare un amplificatore munito del proprio preamplificatore e stabilizzatore termico con sole undici parti esterne (nell'integrato vi sono trentuno elementi) è glà emblematico per quelli che sono in vantaggi dell'elettronica . . . « integrata ».

Comunque, per la migliore informazione di chi legge, riportiamo nella figura 23 un integrato modernissimo della Texas Instruments che grazie alla nuova tecnica LSI (Large Scale Integration) comprende qualcosa come duemilaquarantotto elementi attivi (!!).

Oggi tali « mostri di integrazione » non sono ancora molto diffusi perché hanno un costo non indifferente, ma superato questo ostacolo con la produzione massiccia, non v'è dubbio che appariranno « a valanga » in ogni genere di apparecchiatura.

Vale quindi l'ipotesi di abituarsi sin d'ora all'idea del « tutto integrato »; un'idea che avrà sicuramente un seguito.

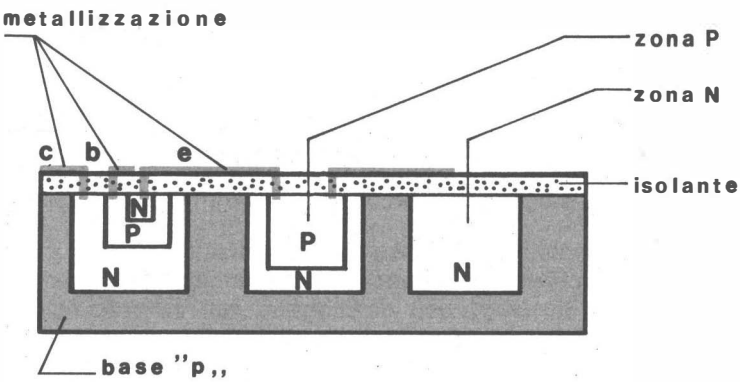
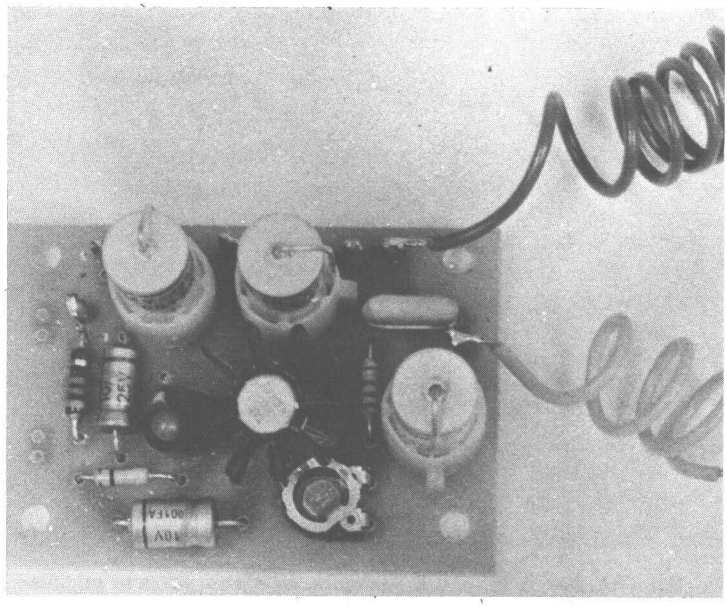


Fig. 22



Prototipo a montaggio ultimato.

il buon cablaggio del TAA300, per ottenere un risultato perfetto: figura 21.

Questo dovrà essere assolutamente munito dello spaziatore che reca di fabbrica; togliere il dischetto di plastica forata sottostante all'IC sarebbe un errore. I terminali del nostro integrato saranno allargati delicatamente: un lavoro sbadato può causare il distacco di uno di loro.

Il filo numero 3 sarà poi tagliato netto: per questo montaggio non serve. Gli altri andranno infilati nel pannello stampato: si riscontri attentamente questa fase, perché una volta che l'IC sia saldato, se si nota un errore, distaccarlo risulta molto ma molto difficile. Almeno, distaccarlo senza danni.

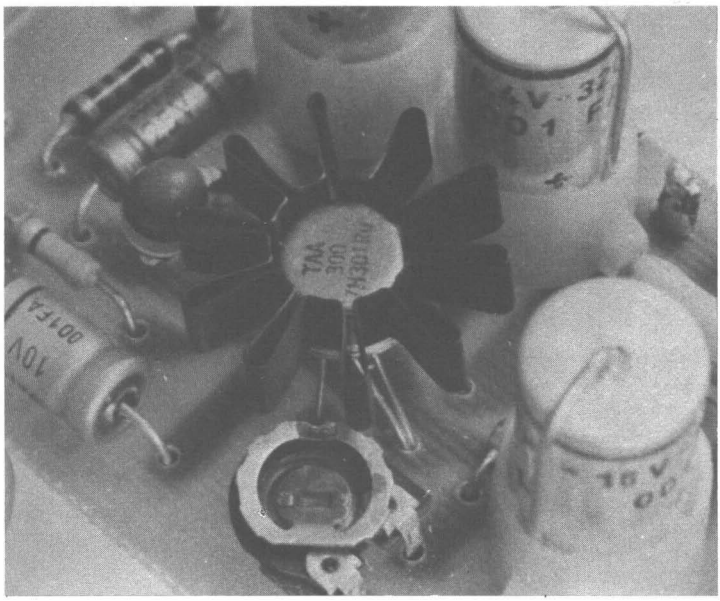
I reofori numero 1 e 10 andranno infilati nel medesimo foro, corrispondente all'orientamento della tacca sull'involucro del TAA300.

La saldatura dell'IC sarà rapida quanto basta, senza precipitazione. Sembra che questo integrato sopporti bene anche il calore dello stagno.

La lunghezza media dei reofori, comunque, non sarà mai minore di 8 mm, almeno, secondo il piano di cablaggio.

Questo amplificatore deve essere alimentato con 9 V; una tensione inferiore non permette di raggiungere la piena potenza. Una superiore può danneggiare con estrema facilità il TAA300.

A 9 V, l'assorbimento è funzione del segnale presentato



Circuito integrato e relativo dissipatore.

all'ingresso.

Ad una potenza media potrà essere di 50-60 mA; al pieno supererà i 180 mA, quindi occorre prevedere una sorgente di tensione in grado di erogare 200 mA di continuo. Se non si dispone di un idoneo alimentatore (ne presenteremo uno in seguito) possono servire due pile « quadre » da 4,5 V ciascuna, connesse in serie.

Prima di applicare l'alimentazione, è necessario ruotare completamente a sinistra R2, in modo da inserire la massima resistenza. Poi si collegherà all'uscita un altoparlante adatto (8 ohm, 1 W o più). Di seguito su uno dei poli dell'alimentazione si inserirà un milliamperometro da 50 oppure 100 mA. Si cortocircuiterà poi l'ingresso con uno spezzone di filo.

Solo ora, potrà essere connessa la tensione. Qualunque cosa indichi il milliamperometro, R2 dovrà essere ruotato pian piano verso destra sino a verificare un assorbimento di 8 mA, valore critico, da accertare con l'attenzione che merita. Si bloccherà poi il trimmer con una goccia di collante e si libererà l'ingresso in corto.

A questo punto l'amplificatore è pronto a lavorare; qualunque sorgente di segnale (radio, pick-up, oscillatore) potrà servire per verificare il suo buon funzionamento. La distorsione, misurata a 1.000 Hz, con una potenza reale di 500 mW sarà eguale allo 0,5%. Salirà all'un per cento a 750 mW.

Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 05, è disponibile a richiesta.

COMPONENTI

C1: Condensatore elettrolitico miniatura da 10 μF/25 V.
C2: Condensatore ceramico Pin-Up da 1.000 pF.
C3: Condensatore elettrolitico miniatura da 125 μF/16 V.
C4: Condensatore elettrolitico miniatura da 32 μF/10 V.
C5: Condensatore elettrolitico miniatura da 320 μF/6 V.
C6: Condensatore a film plastico da 47.000 pF.
C7: Condensatore elettrolitico miniatura da 125 μF/16 V.
IC1: Circuito integrato TAA300 Philips.
R1: Resistenza da 5.600 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 10.000 ohm (trimmer potenziometrico).
R3: Resistenza da 47 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 2.200 ohm, ¼ W, 5%.

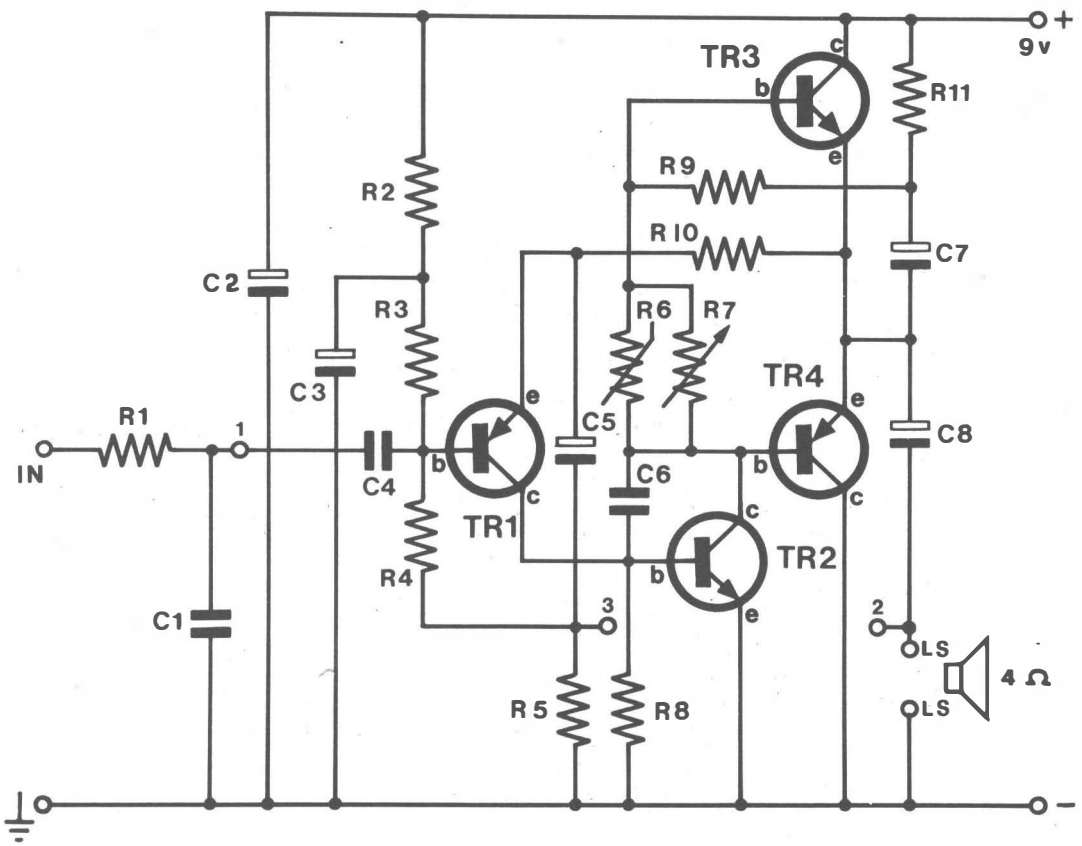
RE 05

AMPLIFICATORE 2,5 WATT

Il dispositivo che descriveremo ora, può essere definito l'esempio classico del moderno amplificatore di bassa frequenza. Non impiega trasformatori e con soli quattro transistori eroga 2,5 W di potenza; si noti, che tale valore è ottenuto con una tensione-segnale d'ingresso di soli 40 mV. L'amplificatore ha quindi una sensibilità elevata, che ovviamente deriva da un alto guadagno.

Eccezionale è anche la banda passante, che (entro 3 dB) sale da 25 Hz a 70.000 Hz. Poiché la distorsione è inferiore allo 0,8%, questo è un vero, seppur minuscolo, amplificatore ad Alta Fedeltà.

Nella figura 24 appare il circuito, che è caratterizzato da uno stadio finale « complementare », ovvero impiegante un transistore NPN (TR3) ed uno PNP (TR4). Essi, dal punto di vista dell'alimentazione sono « in serie » e ciascuno amplifica un semiperiodo del segnale così da ottenere un funzionamento push-pull. Lo stadio pilota (TR2) così come il preamplificatore (TR1) sono serviti da transistori al Silicio



Schema elettrico generale. Fig. 24

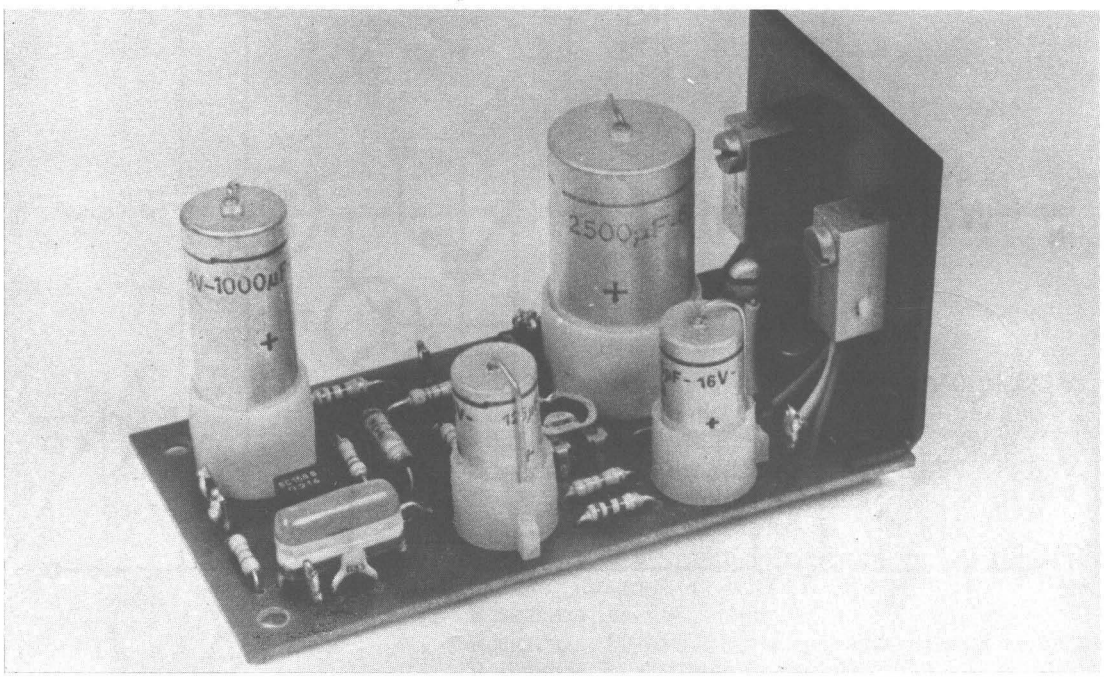
ad altissimo guadagno (oltre « 250 ») e basso rumore; in tal modo si ottiene la sensibilità che abbiamo puntualizzato poco sopra. Per minimizzare la distorsione, un circuito di reazione negativa attraversa tutto il circuito; si vedano R10, C5, R4.

La stabilità termica è egualmente curata: TR1 ha un partitore sulla base elaborato allo scopo ed è controreazionato in CC. Lo stadio finale prevede un termistore che reagisce alle fluttuazioni della temperatura ambiente limitando le correnti in gioco: R6. TR3 e TR4 sono inoltre montati su di un adeguato dissipatore annerito da 200 mm^2.

Il controllo di volume, nello schema di figura 24 non appare, ma è ovvio che deve pur far parte del circuito, e allora diremo che un potenziometro da 100.000 ohm (con i capi esterni collegati tra « IN » e la massa generale, ed il cursore alla sorgente di segnale) è ciò che serve.

Il raccordo, deve essere effettuato mediante cavetto schermato, infatti quando si va sul centinaio di migliaia di ohm, l'impedenza è già alta a sufficienza per creare dei notevoli fenomeni di captazione parassitaria e ronzii, inneschi, « singhiozzi » e simili piacevolezze si sprecherebbero senza una adeguata schermatura. La figura 25 riporta il cablaggio pratico dell'assieme « sorgente-controllo di volume-amplificatore ».

A parte il predetto, può anche nascere la necessità di mu-



Prototipo a montaggio ultimato.

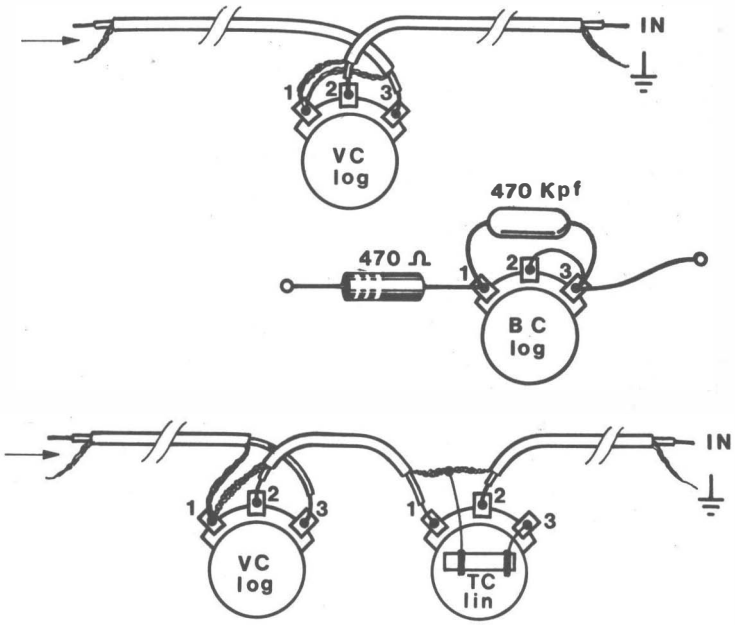


Fig. 25

Fig. 26

Fig. 27

Cablaggi relativi ai collegamenti dei potenziometri.

nire l'amplificatore di altri due controlli; quelli tipici: acuti e bassi.

Specialmente vedendo la larghezza di banda e concependo un impiego nel campo dell'HI-FI.

Effettivamente le caratteristiche del circuito permettono anche l'inserimento di questi altri due.

Per regolare efficacemente i bassi, si può mettere in opera un sistema di conroreazione da applicare alle uscite « 2 » e « 3 » del circuito, che si vedono sullo schema elettrico e nel circuito stampato.

Detto, sarà formato da un potenziometro del valore di 10.000 ohm, da una resistenza da 470 ohm (¼ W) e da un condensatore da 470.000 pF: figura 26.

La gamma di siffatto controllo, pur non essendo eccezionalmente ampia, è interessante: alla massima esaltazione si avranno + 10 dB in rapporto agli acuti.

Il controllo degli acuti può essere del tipo « a perdita » che funziona bene grazie all'impedenza abbastanza elevata dell'ingresso. In altre parole, subito dopo al controllo di volume, si può connettere un potenziometro da 47.000 ohm posto « in serie » verso la massa generale con un condensatore da 2.200 pF: figura 27.

Anche questo controllo darà una esaltazione (allorché il potenziometro TC sarà al massimo valore) di una decina

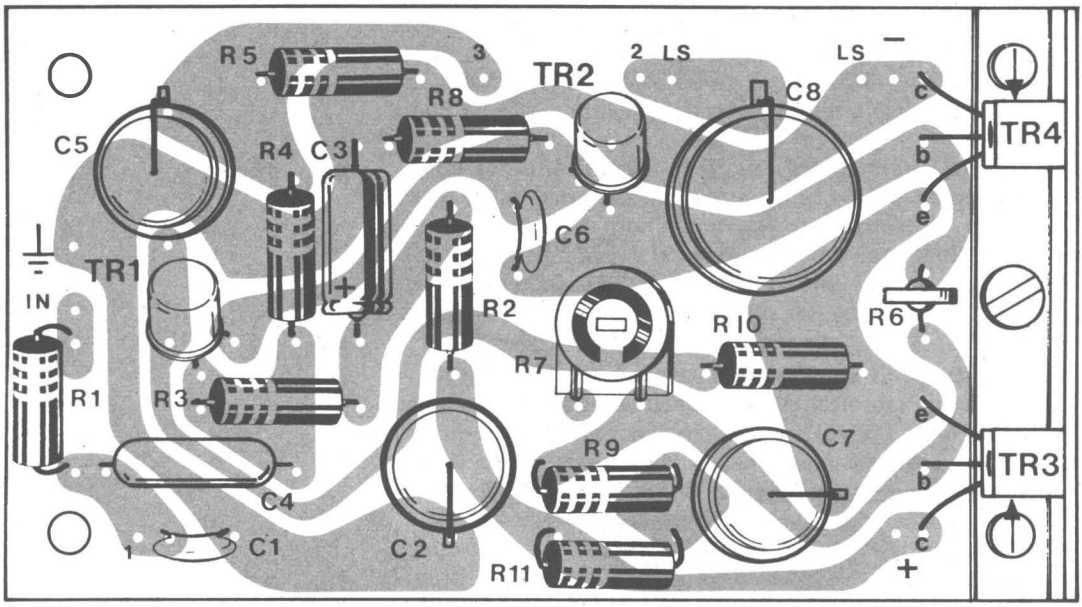


Fig. 28 **Basetta e disposizione dei componenti.**

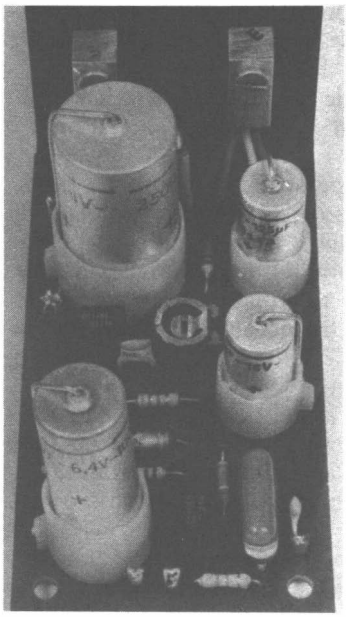
di dB.

Costruendo due identici amplificatori, si può realizzare un interessante impianto stereo da 2,5 + 2,5 W: in questo caso, i controlli degli acuti e dei bassi saranno costituiti da doppi potenziometri aventi i valori già specificati. Si noti però che 100.000 ohm di impedenza non sono un buon valore per la connessione diretta di cartucce pick-up piezoceramiche; se quindi è prevista una di queste servirà un adatto preamplificatore che aggiusti le impedenze: ottima, per esempio sarebbe l'adozione di una coppia di filtri del genere mostrato nella figura 13. Evitando i controlli di tono appena trattati, un adattatore-regolatore perfetto da usare per lo stereo in coppia, o anche in mono, sarebbe quello di figura 8.

Come si vede, questo amplificatore da solo o in tandem con un suo gemello è davvero flessibile; si presta ad elaborazioni del più ampio interesse, e, potenza a parte, di classe semiprofessionale.

Questo apparecchio dà il miglior rendimento con una alimentazione a 9 V; può servire sia un rettificatore di rete, stabilizzato, che una serie di pile. Nel primo caso sarà bene che l'uscita sia prevista per circa 0,3 A in funzionamento continuo. Nel secondo, le pile dovranno essere del modello a « Torcia » da 1,5 V ciascuna. Se ne impiegheranno sei, ovviamente connesse in serie.

Data la scarsa autonomia conseguita in tal modo, specie se l'amplificatore lavora vicino alla massima potenza, sono comunque da preferire gli alimentatori a rete. Ne vedremo



Prototipo a montaggio ultimato.

Particolare costruttivo.

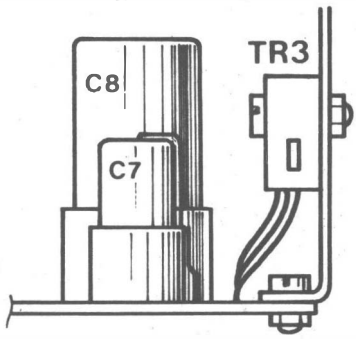


Fig. 29

in seguito alcuni.

Come si vede nella figura 24, ai punti « LS » del circuito (tra C8 e la massa) va collegato un altoparlante da 4 ohm. Questo valore non è strettamente critico, ma indicativo: 4,6 ohm, 3,8 ohm, 5 ohm possono essere accettati. Piuttosto, è bene che l'altoparlante sia largamente dimensionato, ovvero abbia una potenza di 5 W. Noi abbiamo provato diversi diffusori, con l'apparecchio, muniti di vari contenitori e labirinti. Quelli che hanno dato migliori risultati e pertanto possiamo consigliare, sono i seguenti: GBC mod. « A/455 » (Isophon FL-18/C). Irel E 15-21-90. Philips AD 3696 RM (quest'ultimo in particolare).

Sul circuito stampato (figura 28) si salderanno resistenze e condensatori, con una cura particolare per l'orientamento degli elettrolitici. Il termistore R6 non deve essere montato rasente alla basetta, come si fa per le altre parti, ma occorre lasciare i suoi terminali lunghi 5 mm, o più.

I transistori TR1-TR2 hanno i piedini già sagomati per entrare nei fori previsti; nessun problema di orientamento, quindi.

L'ultima operazione da compiere, per ultimare il tutto, è il fissaggio dei TR3-TR4 sul radiatore. Il collettore di questi due è contraddistinto da una rientranza sull'involucro; i terminali saranno protetti da tubetti isolanti lunghi una decina di millimetri.

Ora, il radiatore, munito dei suoi bravi transistori, sarà fissato sulla basetta mediante una vite centrale, con dado,

curando che TR4 vada al suo posto, come reofori, così come TR5. La figura 28, e la figura 29, in questo senso sono chiare.

Per l'applicazione del segnale all'ingresso, si riveda un momento il paragrafo « Controlli », così per l'altoparlante e per la alimentazione.

Prima di passare alla fase operativa, è comunque necessario regolare la corrente di riposo dello stadio finale. Detta deve essere di 30 mA, senza segnale ovviamente, dato che è di riposo. Si cortocircuiterà allora R1 al negativo generale, ed estratto per un momento il terminale « collettore » del TR3 dalla basetta, si interporrà tra questo ed il positivo generale un millamperometro da 50 mA, o un tester commutato per l'uguale fondo-scala.

Quale che sia l'indicazione, si ruoterà R7 sino ad ottenere appunto 30 mA. Si staccherà l'indicatore, si rimetterà al suo posto il filo del transistor e poi tutto sarà pronto.

Staccato il cortocircuito all'ingresso, l'amplificatore può lavorare.

Nei suoi limiti di potenza, oggi come oggi, è forse uno dei migliori complessini per HI-FI che abbiamo avuto modo di provare; il lettore, a collaudo effettuato, sarà certo del nostro parere.

I TRANSISTOR NELL'AMPLIFICAZIONE

I primi amplificatori transistorizzati erano di piccolissima potenza, ed impiegavano un solo transistore all'uscita, operante in classe « A » ed accoppiato a trasformatori; uno all'ingresso ed uno all'uscita: figura 30. Tale appariva nei radioricevitori degli anni '50; i primi « semitascabili » apparsi sul mercato.

Gli svantaaggi di questo circuito erano principalmente due: il basso rendimento, che era appena del 50% (teorico, in pratica inferiore) e che determinava una rapida scarica delle pile, ed una ristretta banda passante causata dai trasformatori. Vi era, in subordine, anche la tipica distorsione introdotta dal funzionamento in classe « A », insopprimibile.

Nel finire degli anni '50, quindi, questo genere di stadio di uscita era abbandonato, e tutti i radioricevitori o amplificatori impiegavano già il push-pull (controfase) funzionante in classe B. Questo (figura 31) pur soffrendo della limitazione della banda dovuta alla presenza dei trasformatori sempre presenti ed a maggior ragione, aveva un rendimento decisamente migliore: fino al 78% al pieno pilotaggio, infatti si può scrivere:

$$I\ medi\ (valore\ medio\ di\ una\ sinusoide) = \frac{IcM}{\pi} \qquad (1)$$

la batteria fornisce ai due transistori:

$$Vs\ Im = 2\,Vs\,\frac{Icm}{\pi} \qquad (2)$$

la potenza fornita è quindi: $\frac{1}{2}\,Icm\ Vs$ (3)

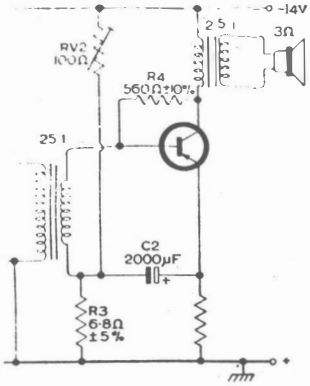


Fig. 30

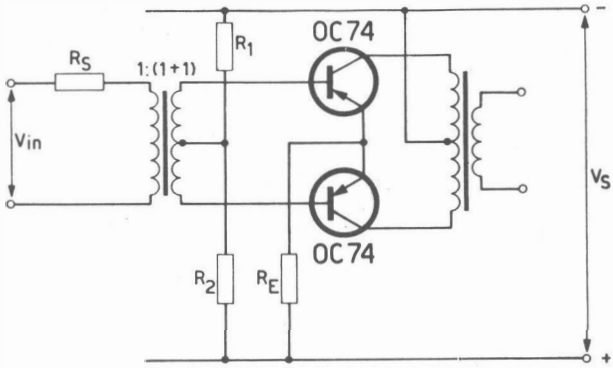


Fig. 31

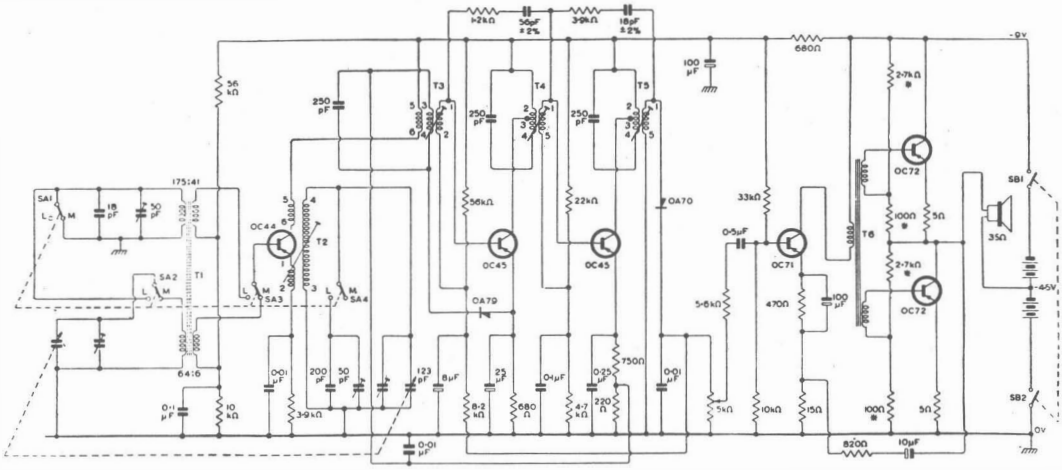


Fig. 32a

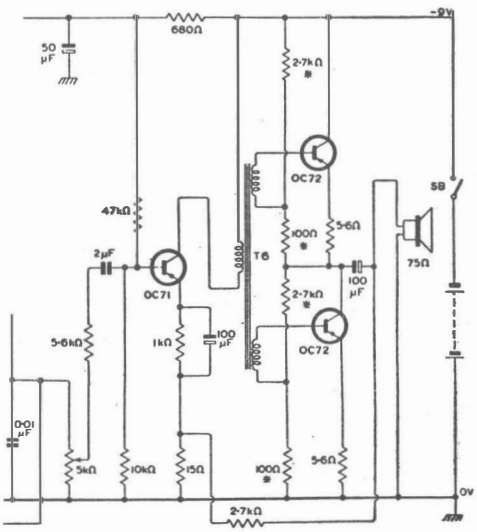


Fig. 33

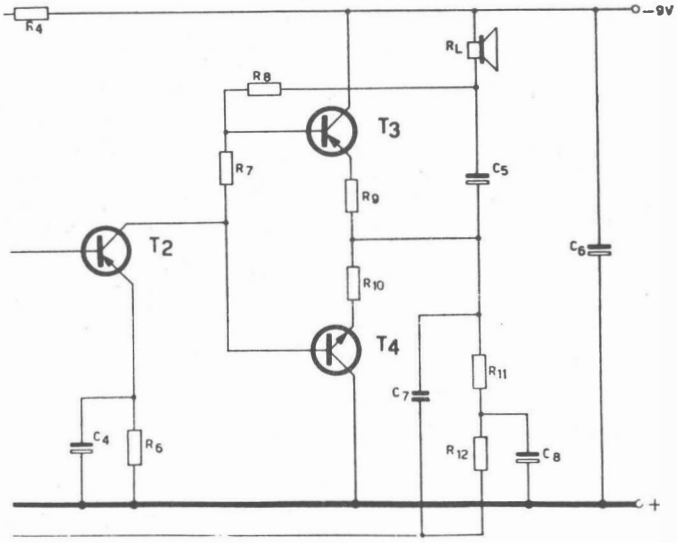
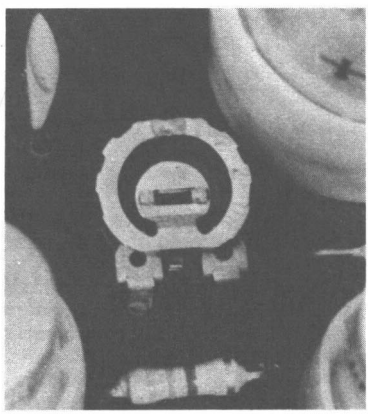


Fig. 34

COMPONENTI

C1: Condensatore ceramico miniatura da 330 pF (sovente marcato « M »).
C2: Condensatore elettrolitico miniatura da 125 μF/16 V.
C3: Condensatore elettrolitico miniatura da 4 μF/10 V.
C4: Condensatore a film poliestere da 220.000 pF.
C5: Condensatore elettrolitico miniatura da 1.000 μF/6,4 V.
C6: Condensatore ceramico miniatura da 120 pF.
C7: Condensatore elettrolitico miniatura da 125 μF/16 V.
C8: Condensatore elettrolitico da 2.500 μF/6,4 V.
R1: Resistenza da 47.000 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 68.000 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 390.000 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 180.000 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistenza da 10 ohm, ¼ W, 5%.
R6: Termistore a sferetta, colore: argento, viola, nero, arancio.
R7: Trimmer potenziometrico da 220 ohm, lineare.
R8: Resistenza da 1.200 ohm, ¼ W, 5%.
R9: Resistenza da 330 ohm, ¼ W, 5%.
R10: Resistenza da 2.200 ohm, ¼ W, 5%.
R11: Resistenza da 100 ohm, ¼ W, 5%.
TR1: Transistore BC158. Selezionato per un Beta di 280. Basso rumore.
TR2: Transistore BC148. Selezionato per il basso rumore.
TR3: Transistore AC187 (coppia selezionata per push-pull).
TR4: Transistore AC188 (vedi sopra).



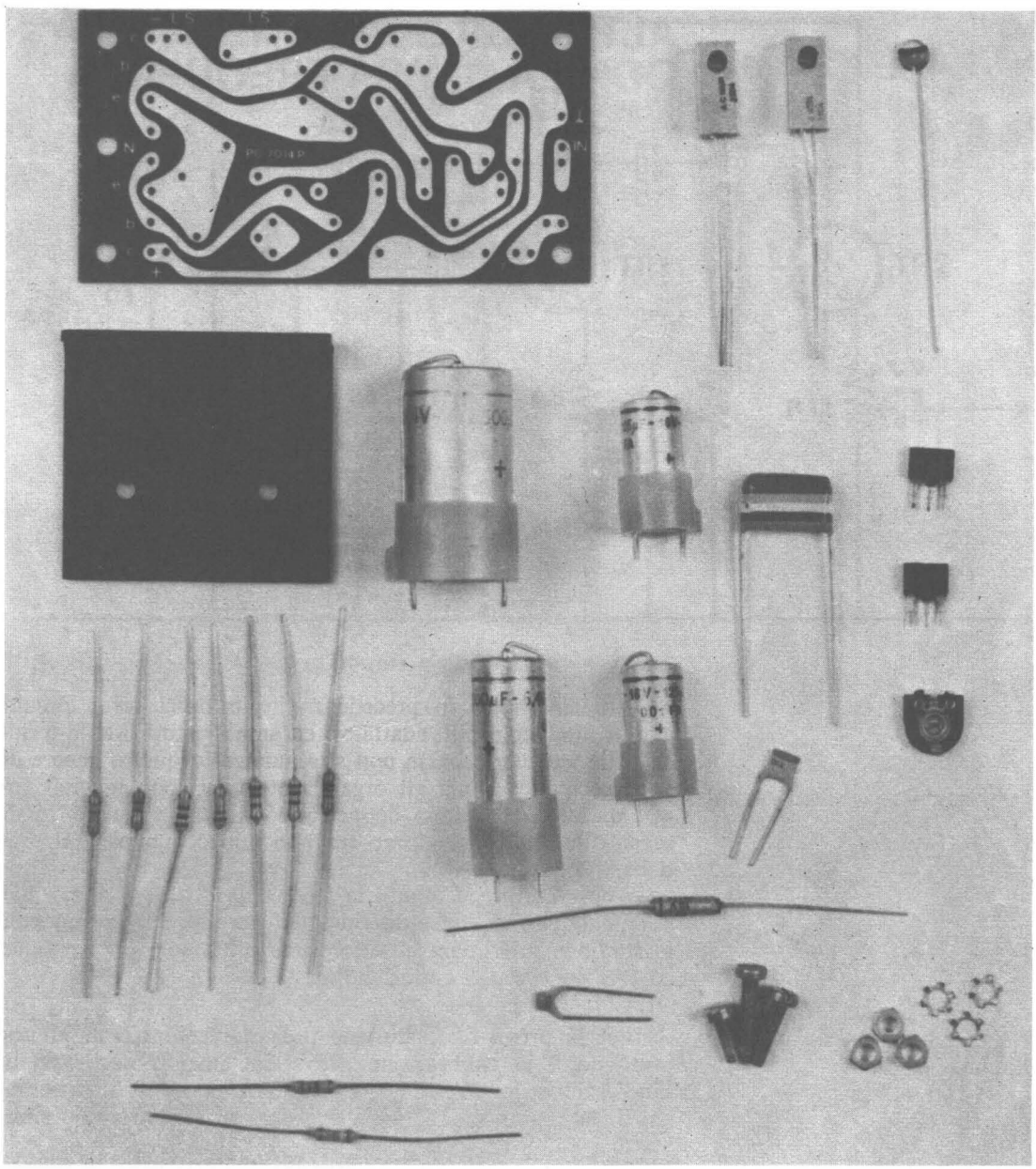
di qui si giunge al rendimento teorico che può essere stimato come segue:

$$\frac{\pi}{4} \cdot 100\% = 78\% \qquad (4)$$

Onde ottenere però un rendimento reale, si doveva pur sempre sottrarre la perdita di potenza introdotta dal trasformatore di uscita, che, valore tipico, rendeva solamente l'80%.

Per eliminare questa perdita, i tecnici eliminarono il trasformatore (!) ed in un primo momento progettarono il « Single endeed a doppia pila ». Le due pile rappresentavano però a loro volta un fastidio, quindi, elaborando questo push-pull si giunse al Single Endeed dotato di una alimentazione unica.

Ad ottenere uno stadio veramente funzionale, di elevata qualità, vi era però ancora un handicap: il trasformatore di ingresso.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 06, è disponibile a richiesta.

Si riuscì a sopprimerlo progettando il cosiddetto « Stadio finale a simmetria complementare » che è poi quello visto nell'amplificatore da 2,5 W testé trattato, e che possiamo riesaminare in una versione semplificata nella figura 34. Questa disposizione ha praticamente tutti i vantaggi: « passa » una banda estremamente larga, da pochi Hz a decine di migliaia; se ben progettato ha una distorsione incredibilmente bassa, inferiore all'un per cento nella maggioranza dei casi.

Ha una stabilità eccellente, specie se si impiega il termistore come nel nostro esempio di figura 24.

Ha un rendimento davvero buono, che al massimo pilotaggio raggiunge l'80%. Si può dire che questo circuito sia un punto d'arrivo nella tecnica degli amplificatori audio transistorizzati.

ALTRI ESPERIMENTI CON LA BASSA FREQUENZA

Abbiamo visto in precedenza i più tipici tra i circuiti audio; filtri, controlli, adattatori ed amplificatori. Ma la tecnica delle frequenze basse non si esaurisce in questo genere di apparecchiature; oggi gli organi elettronici sono in gran voga; gli interfonici sono dappertutto, allarmi e generatori di segnali acustici ogni giorno trovano nuove applicazioni pratiche.

Approfondiremo quindi la tecnologia di questi dispositivi esaminandone alcuni, moderni e dal perfetto funzionamento; lo studio relativo darà al lettore una più ampia preparazione ed una conoscenza approfondita.

Per la prova di qualunque preamplificatore o amplificatore audio, la calibrazione del bilanciamento negli stereo, l'indicazione dell'azzeramento di filtri e ponti ed altri impieghi di laboratorio, serve un generatore di segnali audio sinusoidali.

Ve ne sono molti in commercio, ma il loro costo è assai elevato; d'altronde offrono prestazioni sofisticate, non sempre utili al principiante che non sa approfittarne.

Crediamo quindi possa essere molto interessante sul piano didattico, e che abbia una vera utilità pratica, il progetto di un generatore dalle ottime prestazioni, ma semplificato per quanto possibile; diciamo, « un generatore di segnali audio a misura di allievo ».
Tale è quello che segue.

Il dispositivo impiega due transistori al Silicio modello BC148; uno di questi (figura 35) è il vero generatore di se-

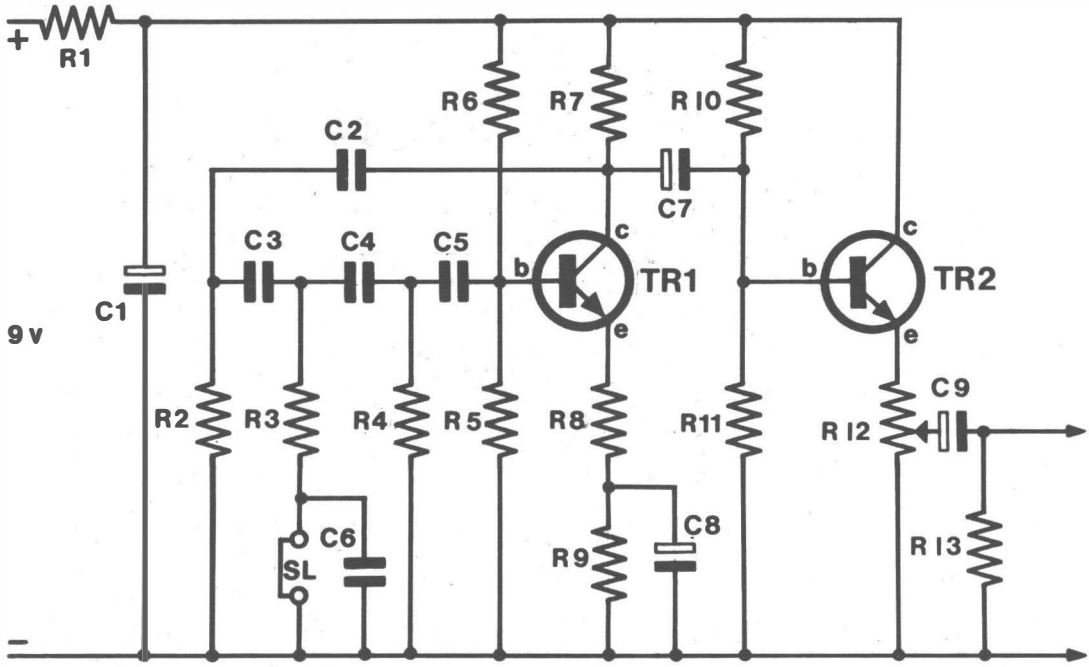
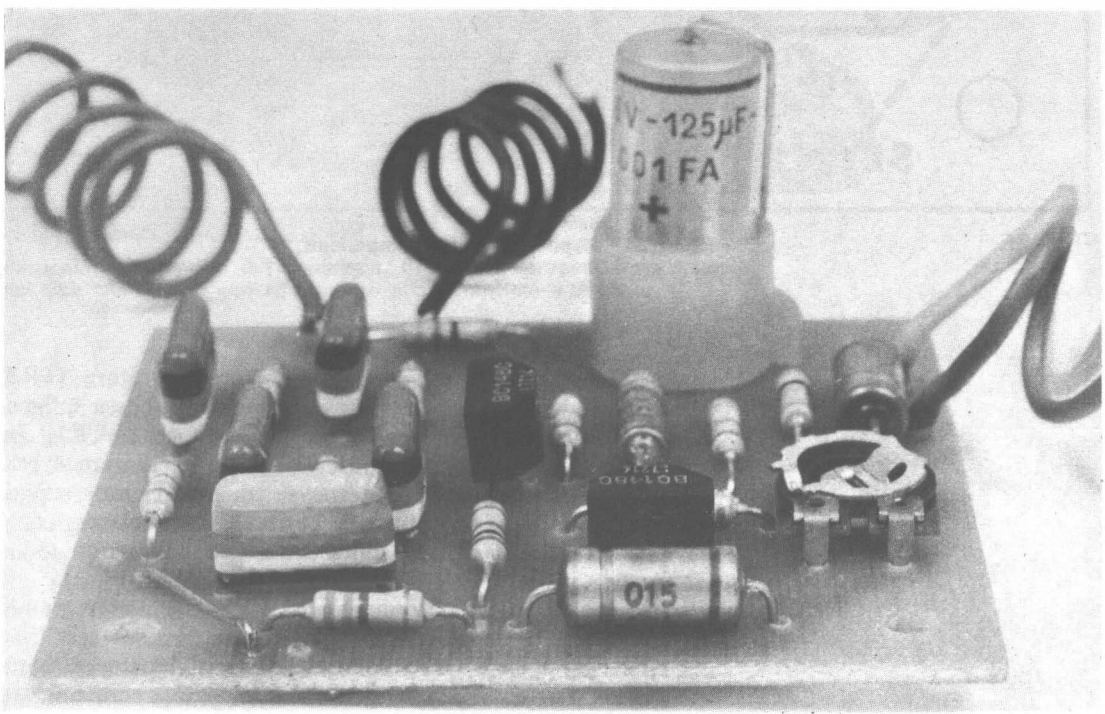


Fig. 35 **Schema elettrico generale.**

Prototipo a montaggio ultimato.



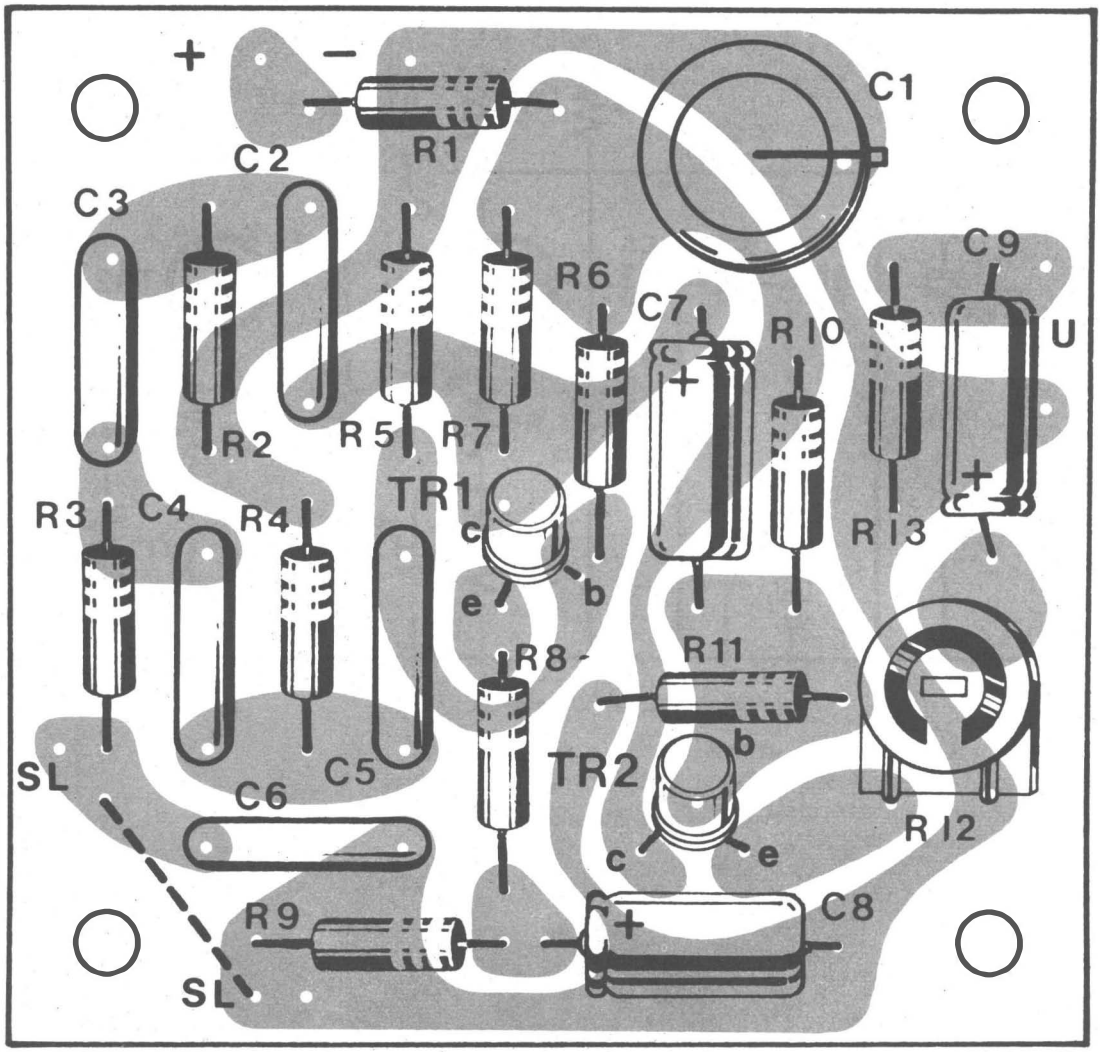
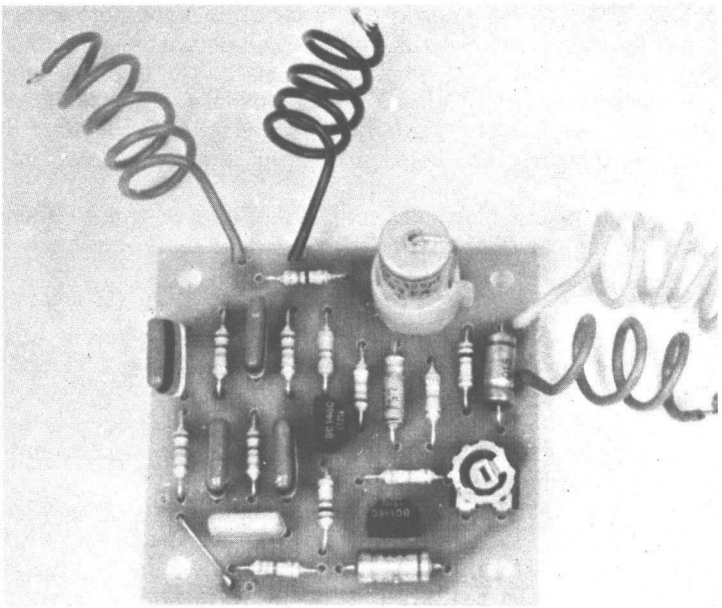


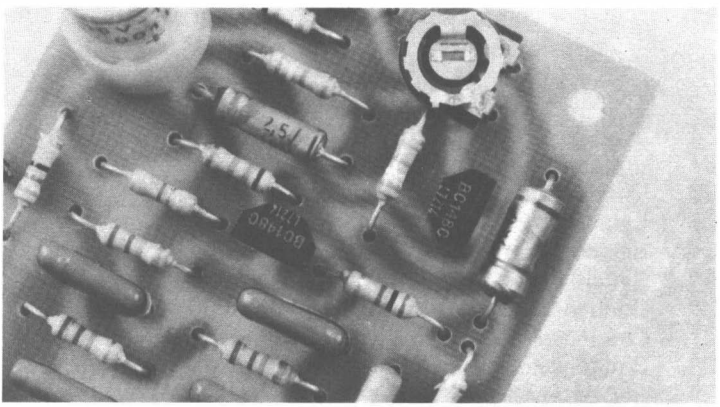
Fig. 36 **Basetta e disposizione dei componenti.**

gnali, TR1; l'altro funge da amplificatore-separatore (TR2) per evitare che il carico applicato esternamente possa influenzare la qualità della forma d'onda o la frequenza. TR1, che è il nucleo dell'oscillatore è inserito in un oscillatore a reazione positiva. Per comprenderne il funzionamento, supponiamo che vi sia un impulso di corrente al collettore, come avviene quando si chiude l'interruttore, o comunque si da tensione.

Il picco, tramite C2 giungerà tra R2 e C3, attraversando la rete costituita da R3-C4, R4-C5; di qui tornerà alla base del transistore. Ora, tra collettore e base, si ha una sfasatura di 180°, normalmente. Il gruppo R/C però opera un « ri-



Prototipo a montaggio ultimato.



Particolare ingrandito del cablaggio. Si noti il verso di inserzione dei due transistori, con riferimento alla superficie « piatta ».

fasamento » per cui il picco ruoterà opportunamente, ed invece di essere in « controreazione » sarà riportato all'ingresso in forma di reazione.

Diciamo, per chi meno ne comprende, che sarà pronto per essere amplificato, rimesso al collettore ed a « ripartire » da questo per un nuovo « giro ». Ovviamente, questa situazione è perfetta per scaturire una oscillazione persistente, come infatti avviene. Il relativo segnale è infatti disponibile al collettore del TR1.

Come « accessori » allo schema di base è da notare il partitore resistivo che impiega R6 ed R5 (parte anche dello sfasatore) per polarizzare la base del transistore, nonché il grup-

po R8, R9, C8 che contrasta efficacemente ogni deriva termica. R7 rappresenta il carico dell'oscillatore, e a « monte » di questa, tramite C7 il segnale è traslato allo stadio amplificatore-separatore: TR2. Questo ha una disposizione circuitale assolutamente standardizzata; è il classico stadio con il collettore a massa che abbiamo visto e commentato nei dettagli alla figura 5.

Il segnale è quindi preso sull'emettitore di questo transistor; ai capi di R12, che regola il livello della tensione-segnale disponibile all'uscita.

RE 07

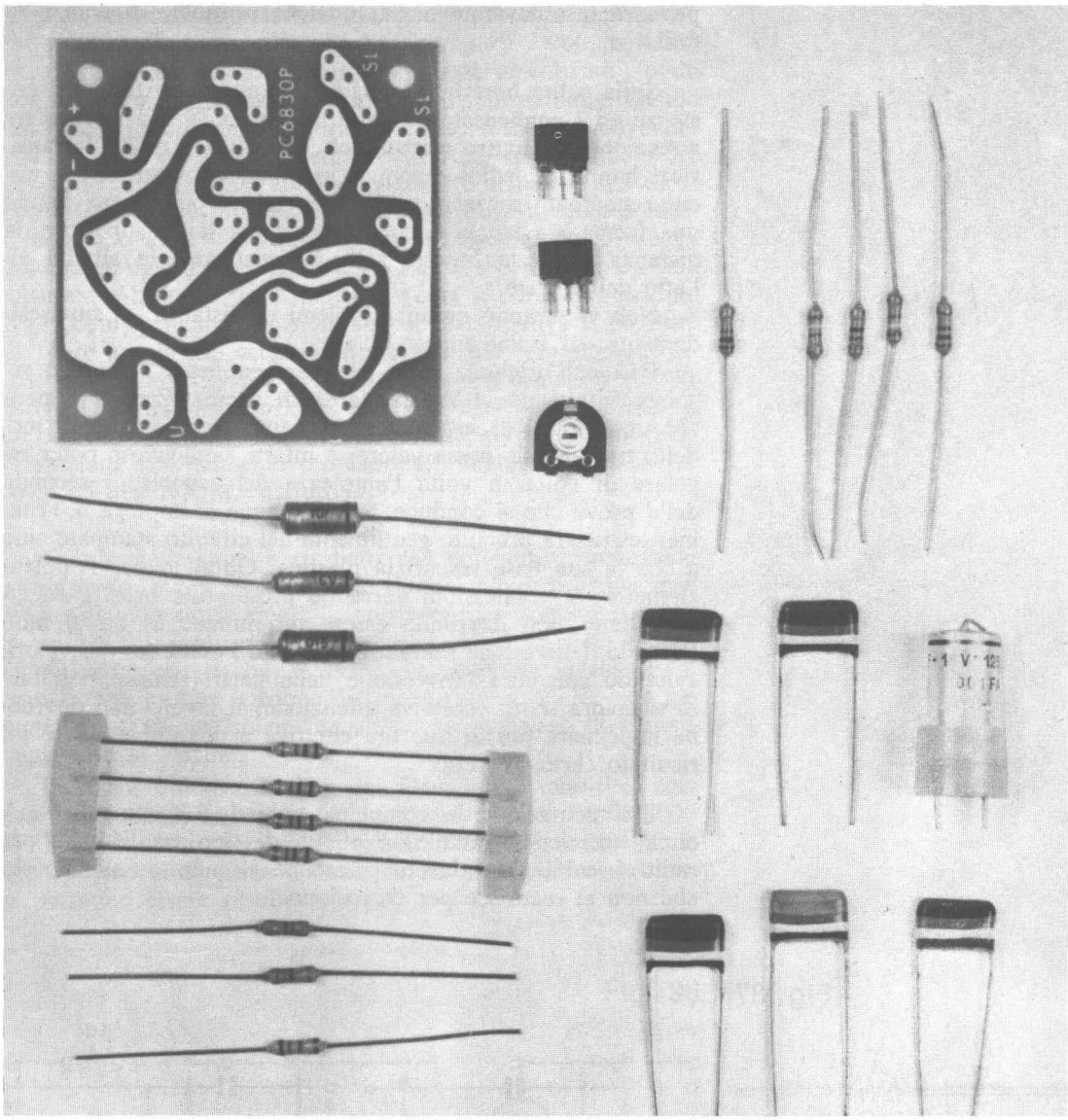
Un generatore come questo è a frequenza fissa perché non si può variare nulla nello sfasatore, e lo sfasatore è responsabile per l'accordo.

Nel nostro particolare apparecchio i valori R/C sono calcolati per ottenere 1.000 Hz precisi: un « calibro » netto, utile per ogni genere di prova.

A vuoto, la tensione di uscita, quando C9 è portato all'emettitore del TR2, tramite R12 vale 1,5 V eff. Il carico ideale, per quanto riguarda il generatore, va dall'infinito a 5.000 ohm. Anche a 1.000 ohm la tensione non cala, come ampiezza (ripetiamo che la forma d'onda e la frequenza non sono influenzate nemmeno dal corto circuito in uscita) ed un fenomeno di « compressione » si ha solo per carichi dall'im-

COMPONENTI

C1: Condensatore elettrolitico miniatura da 125 μF/16 V.
C2: Condensatore a film plastico da 10.000 pF.
C3: Eguale al C1.
C4: Eguale al C1.
C5: Eguale al C1.
C6: Condensatore a film plastico da 47.000 pF.
C7: Condensatore elettrolitico miniatura da 2,5 μF/16 V.
C8: Condensatore elettrolitico miniatura da 10 μF/16 V.
C9: Eguale al C8.
R1: Resistenza da 68 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 12.000 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Eguale alla R2.
R4: Eguale alla R2.
R5: Eguale alla R2.
R6: Resistenza da 56.000 ohm, ¼ W, 5%.
R7: Resistenza da 4.700 ohm, ¼ W, 5%.
R8: Resistenza da 100 ohm, ¼ W, 5%.
R9: Resistenza da 680 ohm, ¼ W, 5%.
R10: Resistenza da 39.000 ohm, ¼ W, 5%.
R11: Eguale alla R10.
R12: Trimmer potenziometrico o eventuale potenziometro da 2.200 ohm, ½ W.
R13: Resistenza da 10.000 ohm, ¼ W, 5%.
TR1: Transistore BC148 selezionato.
TR2: Eguale al TR1.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 07, è disponibile a richiesta.

OSCILLATORI A SFASAMENTO

Per ottenere un segnale a forma di sinusoide, da un oscillatore transistorizzato o non, si usa collegare in fase opportuna tra l'ingresso e l'uscita un sistema risonante a induttanza-capacità, oppure a resistenza-capacità.

Nel circuito che abbiamo esaminato, sono le resistenze e le capacità a « reazionare » il circuito e più precisamente le cellule di sfasamento sono tre, del tipo mostrato nella figura 37, e ciascuna sfasa di 60° il segnale alla frequenza prevista.

A chi interessi progettare un circuito del genere, o a chi voglia approfondire la questione, diremo che quattro sono i punti fondamentali:

pedenza insolitamente bassa; qualche centinaio di ohm e simili.

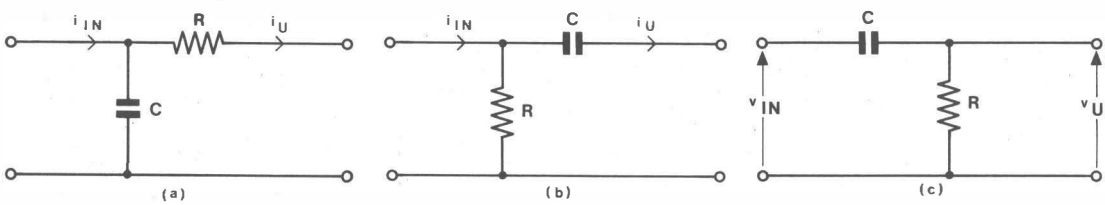
Sulla solita basetta stampata si monteranno tutte le resistenze ed i condensatori (figura 36) facendo una particolare attenzione ai quattro elettrolitici: C1, C7, C8 e C9. I transistori hanno i piedini sagomati in modo da inserirsi nel circuito stampato senza possibilità di errore; poiché essi hanno una forma « a lancia », con una piccola staffa superiore, la distanza verso la basetta sarà automaticamente situata all'atto dell'innesto.

Non vi saranno quindi problemi di distanza, di surriscaldamento, di isolamento.

R12 nell'originale è un trimmer semifisso; lo si può regolare infatti per 1 V (standard) di uscita. Crediamo però che una ipotesi di sostituzione con un potenziometro di modello tradizionale possa valere; è infatti vantaggioso poter regolare di volta in volta l'ampiezza del segnale, a seconda della prova che si conduce. Se comunque si impiega il Trimmer, esso sarà premuto gentilmente nel circuito stampato sino a che la sua base rasenti la plastica. Optando per il potenziometro, le connessioni verranno prese sulla basetta ed attorcigliate; non dovranno essere più lunghe di 60-70 mm. Facendo delle buone saldature, curando l'esattezza dei valori, evitando con cura l'inversione delle parti (sempre possibile se si lavora senza eccessiva attenzione) il lavoro non dovrebbe impegnare più di due ore effettive e dovrebbe sortire un risultato certo, perfetto.

L'alimentazione del complesso richiede 9 V con soli 3 mA circa; conviene quindi una piletta di tipo tradizionale per radio tascabili, che durerà pressoché all'infinito; almeno sin che non si esaurisce per corrosione.

Fig. 37



A) Il sistema R/C deve essere tale da caricare adeguatamente la base del transistor, che, come è noto ha una impedenza bassa; non possono quindi essere impiegati gli sfasatori per tubi, del genere della figura 37 (c-d) che lavorano sulla tensione.

B) Lo sfasamento interno del transistor, funzionante ad emettitore comune è di circa 180° e può essere addizionato o sottratto al quoziente di rotazione del « loop » esterno, in modo da ottenere al termine della rete la fase corretta.

C) Il modulo equivalente al transistor appare nella figura 38, per il calcolo di ogni valore ibrido.

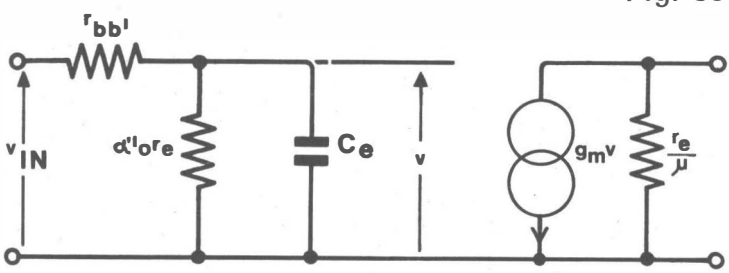
D) In ogni caso, il guadagno dell'elemento attivo deve poter largamente compensare l'attenuazione

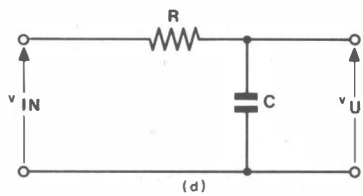
Per verificare la presenza di segnale all'uscita, può essere utile una cuffia magnetica da 1.000 oppure 2.000, o 4.000 ohm. Anche un auricolare piezo si presta al collaudo; o un amplificatore di qualsiasi tipo munito di altoparlante. Dando tensione all'oscillatore si udrà un sibilo armonico ed acuto che crescerà spostando il cursore di R12 verso l'emettitore del TR2. Se il segnale appare ronzante o stridulo, può darsi che vi siano delle insufficienze circuitali, ma in questo caso, il controllo deve essere forzatamente oscilloscopico. Oggi, qualunque radiotecnico possiede lo Scope, e per ottenere « una misurata » bastano un paio di migliaia di lire al massimo. Non pochi tecnici si accontentano di un aperitivo o un caffé per dare una buona occhiata. Sullo schermo comunque apparirà una sinusoide bella e corretta. Forse il semiperiodo negativo apparirà distorto sulla base del 2% o meno; non si può pretendere però da uno strumento come questo delle prestazioni assolutamente professionali, anche in relazione al costo ed alla facilità costruttiva.

Questo generatore è studiato per collaudare apparecchi a transistori, ove le tensioni sono ridotte; peraltro, come strumento di laboratorio quale è, può servire a volte anche per la verifica di televisori (sezione audio) HI-FI ed altro a tubi. Si noti però che il condensatore che accoppia all'esterno il segnale, C9, ha una tensione di lavoro ridotta: 25 V. Non garantisce quindi un isolamento sufficiente nel caso di chassis impieganti le valvole.

Conviene quindi saldare a due fili flessibili muniti di coccodrilli terminali un condensatore a film plastico da 220.000 pF/750 VL. Detto servirà esclusivamente per la connessione agli apparecchi di questo genere, dal lato « segnale »; le masse potranno essere riunite.

Fig. 38





introdotta dallo sfasatore e accessori; ma questo, come abbiamo visto, non crea problemi con gli elementi di oggi.

Il calcolo generale, per quello che sono gli elementi del rotatore di fase equivale grossomodo a:

$$\frac{1}{2\pi\sqrt{(C3\ C4\ C5\ R2\ R3\ R4)}} = f$$

che è la frequenza di lavoro.

OSCILLATORE PER ALLARME

Il circuito che esamineremo ora, ha un interesse particolare perché oltre ad essere tipico dell'elettronica in genere, trova sempre un maggiore utilizzo negli automatismi, negli antifurti, ed in tutti i sistemi di richiamo ed allarme.

Lo si ritrova in innumerevoli applicazioni industriali, più o meno elaborato.

L'apparecchio può essere diviso in due blocchi funzionali; vi è un oscillatore del genere del multivibratore astabile (TR1-TR2) nonché uno stadio di controllo (TR3) che può interdire il funzionamento del primo.

Esaminiamo il circuito del multivibratore: figura 39.

I transistori usati sono un BC549 NPN al Silicio, ed un AC128 PNP al Germanio. Si tratta quindi di un sistema a elementi complementari, che possono essere accoppiati direttamente senza problemi.

Come si vede, il collettore del primo giunge alla base dell'altro e la R3 è al tempo carico del TR1 e polarizzazione per il TR2. Questo, come carico reca l'altoparlante « Ls ».

I sistemi del genere, purtroppo, sono piuttosto soggetti alla deriva termica e ciò, proprio a causa della connessione che vale anche per la CC. Infatti, il secondo stadio tende ad amplificare la corrente di dispersione del primo, o a spostarsi dal punto di lavoro notevolmente, quando l'altro ha il minimo slittamento.

In questo circuito la stabilità è curata con la R4, non shuntata; essa limita il guadagno offerto dal TR2, ma non tanto da impedire l'oscillazione. Noteremo ancora C1, che retrocede il segnale dal TR2 al TR1, in modo tale da chiudere il « loop » di reazione, ed R1-R2 che polarizzano il TR1.

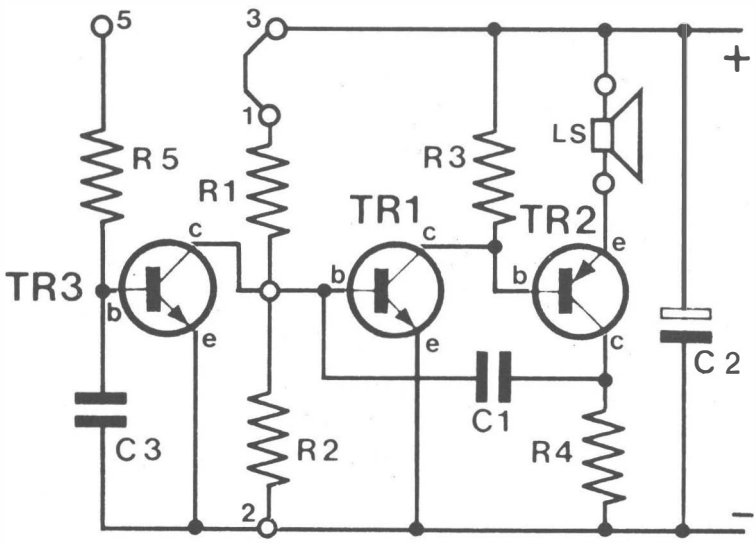
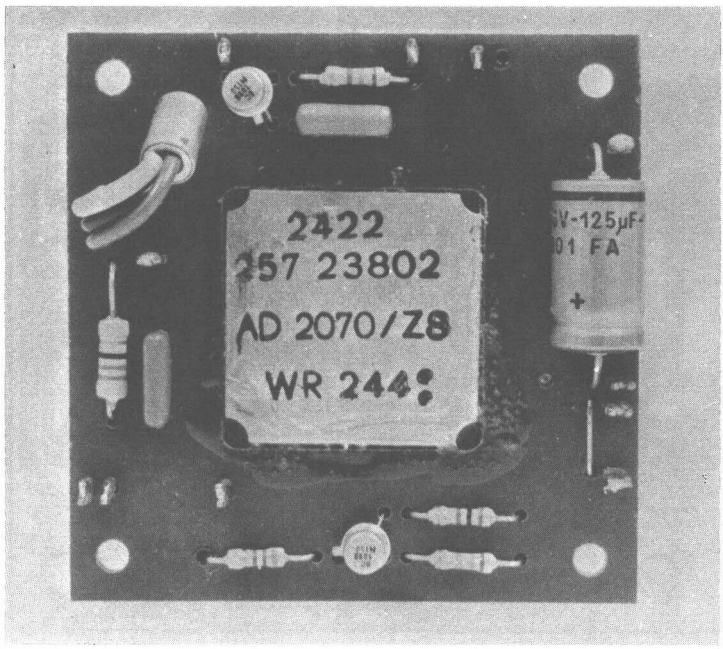


Fig. 39 **Schema elettrico generale.**



Vista completa della basetta su cui sono collocati i componenti.

Il dispositivo innesca verso i 1.600-1.800 Hz, l'approssimazione dipende dalla tolleranza delle parti. Emette quindi un fischio acuto, che ricade nella gamma di maggior sensibilità dell'orecchio umano e può essere avvertito anche se nei pressi vi è un notevole rumore, diciamo « di fondo », come traffico automobilistico, brusìo di ufficio e picchettìo di macchine o simili.

Come abbiamo detto, uno dei principali impieghi di questo apparecchio è fungere da antifurto. Noteremo che nel circuito elettrico vi è un ponticello tra i capicorda 3 e 1. Esso può essere tolto e sostituito con un microswitch, un reed o altro contatto e sorvegliare in tal modo l'apertura di porte, finestre, sportelli o altro che interessi.

Inserendo al posto del ponticello una fotoresistenza, per esempio una GBC « DF/910 », l'oscillatore diviene sensibile alla luce. Al buio resterà inoperante a causa della scarsa polarizzazione applicata al TR1; alla luce, anche se scarsa, scatterà subito il fischio di allarme.

Vediamo ora l'altra « sezione » dell'apparecchio, il TR3. Questo è un ulteriore BC549 e non sempre è utile: lo

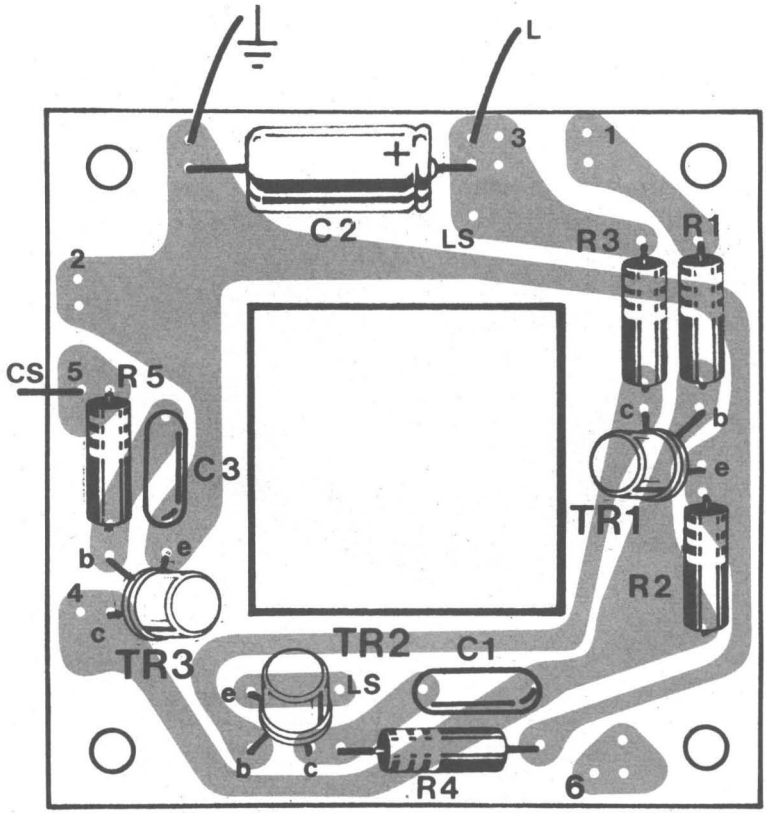


Fig. 40 **La basetta che reca tutte le parti, può indifferentemente essere montata con i pezzi rivolti « all'interno » (verso il cestello dell'altoparlante) oppure all'esterno.**

si può definire un « comando a tensione » dell'oscillatore da impiegare in casi particolari.

Per comprendere meglio come funziona il tutto, supponiamo che tra il terminale 5 e la massa generale (negativo) non vi sia alcuna tensione, come normalmente avviene. In tal caso, il transistore sarà interdetto, non condurrà; quindi la R2 che praticamente è collegata in parallelo ad esso non subirà alcuna « modifica al valore ». Se invece una tensione di alcuni V è applicata tra il punto 5 e la massa, ovviamente con il positivo verso la R5, il TR3 conduce e la sua, diciamo « resistenza interna » cade a valori bassi. Come si nota, collettore ed emettitore del transistor sono posti ai capi della R2, ed allora, con il TR3 « on » essa è come cortocircuitata. Di conseguenza l'oscillatore rimane bloccato.

Tramite l'ingresso 5 si possono, di conseguenza mettere in opera diversi sistemi di controllo; per esempio, uno tipico è quello del « rammentatore » delle luci di posizione accese nella autovettura. Vi sono poi auto, che pur lussuose, non hanno determinati semplici accessori di comodità; ad esempio, la Fiat 130 manca di un avvisatore acustico del lampeggiatore, e chi scrive sovente dimentica « fuori » la segnala-

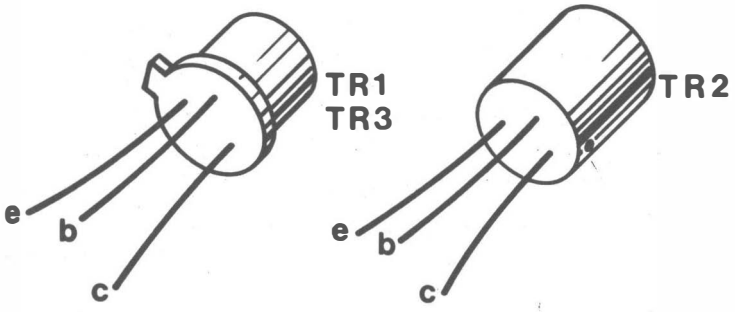


Fig. 40a

Disposizione dei terminali dei semiconduttori utilizzati.

Montaggio con il cono dell'altoparlante posizionato sul medesimo lato dei componenti.

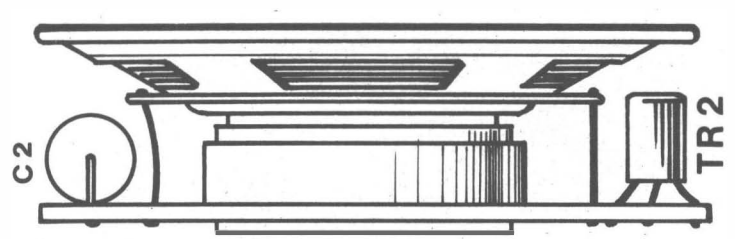


Fig. 40b

zione disturbando gli altri guidatori. Nulla di meglio di questo dispositivo per ottenere una inconfondibile « memoria »; basta collegare il tutto in modo che normalmente TR3 sia in conduzione, ed il terminale 5 vada a massa quando si accende il lampeggiatore.

Lasciamo a chi legge il divertimento di trovare altre applicazioni: allarmi antipioggia, ad esempio, oppure antifurti a raggi ultravioletti, o (perché no?) avvisatore domestico, da collegare al posto del gracchiante cicalino.

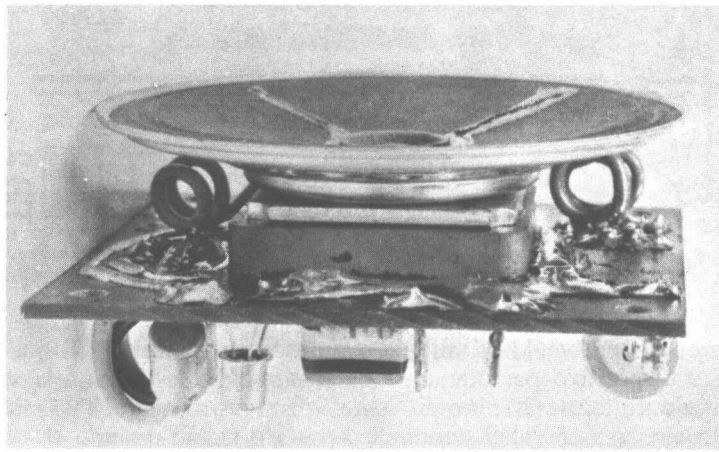
Già con una tensione molto limitata (3 V) si ottiene un sibilo forte e stabile, ma due sono i valori più convenienti per alimentare il complesso: 6 V negli impieghi generici; 12 V in quelli automobilistici.

Per 6 V la R1 deve essere da 56.000 ohm, per 12 V da 120.000 ohm. Non occorrono altre modifiche di sorta. L'assorbimento è di circa 75 mA a 6 V; sale a 110 mA per 12 V. Lavorando a lungo con una corrente del genere, il TR2 naturalmente scalda; ma un allarme o un segnalatore difficilmente funzionano per decine di minuti. Comunque, se si prevedesse questa possibilità, l'AC128 può essere munito di un radiatore ad aletta.

Per offrire il massimo rendimento, l'apparecchio deve impiegare un altoparlante di tipo speciale, ovvero ad alta impedenza: da 120 oppure 150 ohm. Non vi sono problemi particolari, però; infatti diffusori del genere sono costruiti da tutte le Case principali e si reperiscono con facilità. Uno dei migliori è certo il Philips AD 2070/Z8, che noi consigliamo; la potenza di questo è di 350 mW, sufficiente per l'impiego.

L'allarme è realizzato in forma di « modulo » compatto, ovvero non vi sono parti « sparpagliate ». Il circuito stampato, figura 40, reca al centro un foro quadro nel quale può essere incastrato il magnete dell'altoparlante previsto, che misura 28 per 28 mm. Così facendo si ottiene un tutto facilmente inscatolabile in qualunque contenitore dal fronte perforato, di piccole dimensioni: 70 per 70 per 35 mm, o simili.

Il montaggio delle parti sul circuito stampato è semplicissimo: ovviamente si deve fare attenzione alla polarità del C2 ed ai terminali dei transistori. A proposito di questi ulti-



Prototipo a montaggio ultimato.

OSCILLATORI COMPLEMENTARI

Con una semplicissima serie di formulette, è possibile puntualizzare il funzionamento degli stadi impiegati nel circuito oscillatorio; stringendo poniamo:

$$I2 = IC1 + IB2 \quad (1)$$
$$IB2 + IC1 = IE1 \quad (2)$$
$$IB2 + IC2 = IE2 \quad (3)$$
$$IE2 = IB1 + I1 \quad (4)$$

Naturalmente, le basi di cui sopra dipendono da matrici più specifiche che riportiamo ad uso di chi è « saputo » nella materia:

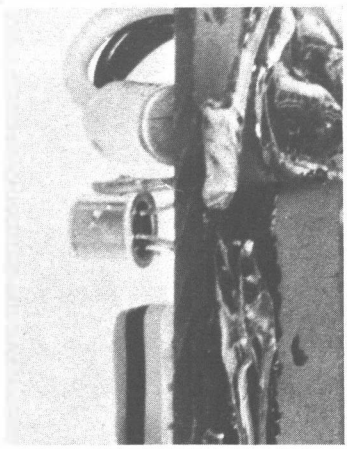
$$IC1 = Hfe1\ Ib1 + (Hfe1 + 1)\ Ico1 \quad (5)$$

$$IC2 = Hfe2\ Ib2 + (Hfe2 + 1)\ Ico2 \quad (6)$$

mi, l'AC128 è, come si sa, al Germanio. Può quindi essere danneggiato dal calore della saldatura, e conviene mantenere piuttosto lunghi i suoi reofori, come abbiamo fatto anche noi: si vedano le fotografie.

Verificata con attenzione la polarità, al circuito può essere connessa una pila, o un adatto alimentatore. Immediatamente, se le connessioni sono esatte, e le parti non sono state danneggiate durante la saldatura, dall'altoparlante scaturirà un fischio acuto ed assai più potente di ciò che si potrebbe immaginare. Normalmente lo si ode anche a 20-30 metri di distanza.

Pertanto a contatto il terminale 5 con il positivo generale, il sibilo tacerà bruscamente a causa della conduzione del TR3. Un interessante esperimento, può essere condotto applicando al terminale 5 un segnale dall'andamento a impulsi; questo renderà più o meno conduttore il TR3, quindi il fischio sarà modulato dagli impulsi; se essi possono essere regolati nella forma e nell'ampiezza, si avrà tutta una serie di segnali diversi.



Particolare della basetta montata.

E, in fatto di relazioni tra tensioni e correnti si ha:

$$I2 = \frac{Vo - Vc1}{R2} \quad (7)$$

$$Ib1 = \frac{V1 - Vb1}{R1} \quad (8)$$

$$IE1 = \frac{Ve1}{Rb} \quad (9)$$

$$Ic2 = \frac{Vo - Vc2}{R4} \quad (10)$$

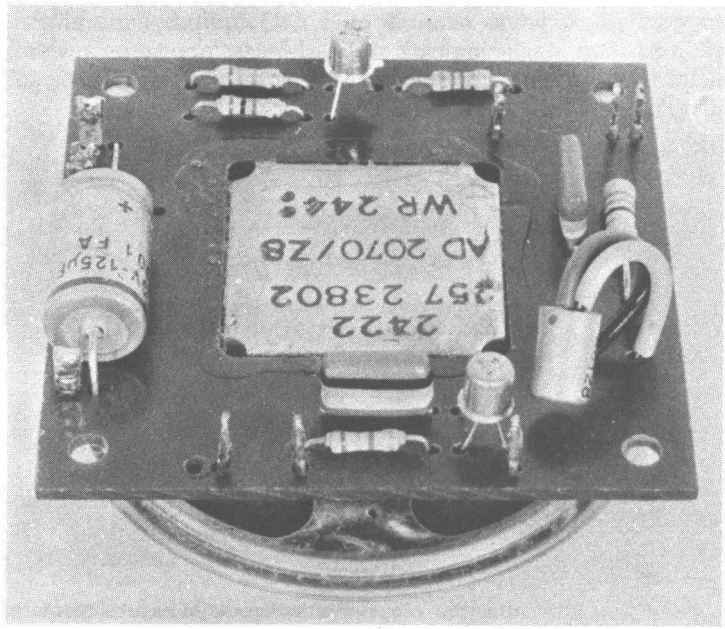
$$IE2 = \frac{Ve2 - V1}{R4} \quad (11)$$

$$I1 = \frac{V1}{Re} \quad (12)$$

COMPONENTI

RE 08

C1: Condensatore a film plastico da 15.000 pF.
C2: Condensatore elettrolitico miniatura da 125 μF/16 V.
C3: Condensatore a film plastico da 100.000 pF.
R1: Resistenza da 56.000 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 120.000 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 1.000 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 22 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistenza da 5.600 ohm, ¼ W, 5%.
Ls: Altoparlante modello AD2070/Z8 (vedi testo).
TR1: Transistore BC549.
TR2: Transistore AC128.
TR3: Transistore BC549.
Accessori: vedi testo.

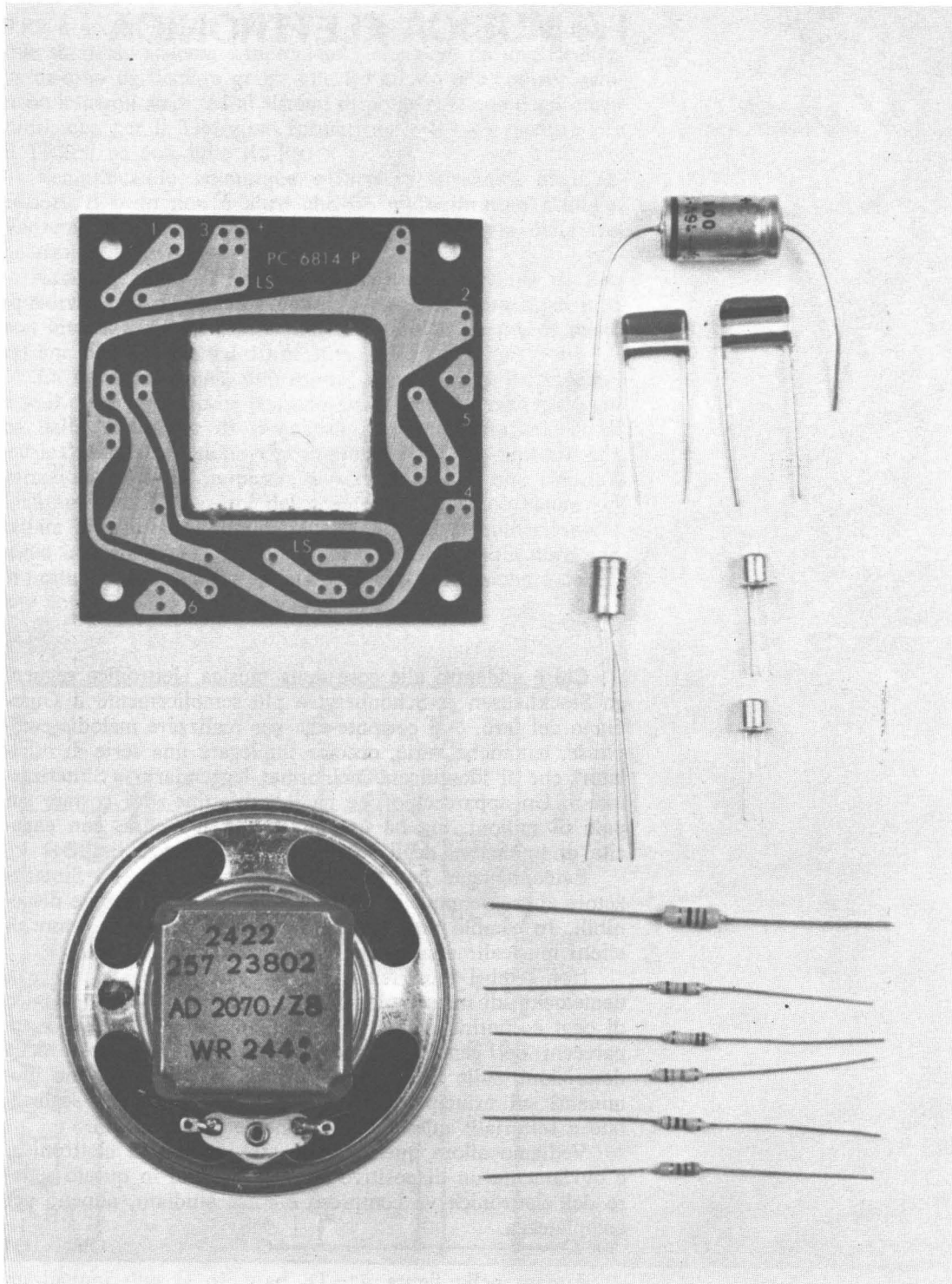


In questa fotografia si vede chiaramente l'AC128 (TR2) montato con i terminali lunghi, per evitare un surriscaldamento. Tubetti in plastica evitano qualunque contatto accidentale tra i reofori (a destra, sul pannellino).

trasferendo il tutto in una misura di tensione possiamo scrivere che:

$$Ve1 + Vce1 = VC1 \quad (13)$$
$$Ve2 + Vce2 = VC2 \quad (14)$$
$$Ve1 + Vbe1 = VB1 \quad (15)$$
$$Ve2 + Vbe2 = Vb2 = Vc1 \quad (16)$$

Ma non è nostro interesse (e nemmeno pensiamo di chi ci segue) fare una ricerca analitica, quindi limitiamo qui il pensiero matematico, rimandando chi vuole approfondire la questione ai testi correnti: « Modern Transistor Circuits » oppure, meglio all'Handbook of electronics tables di M. Clifford, pubblicato dalla Tab Books, Blue Ridge Summit PA17214 (USA) che costa solamente $ 4,95. L'ultimo comprende ogni tipo di analisi matematica utile per l'approfondimento dei circuiti che servono oggi.



Componenti contenuti nella scatole di montaggio. Il kit, numero RE 08, è disponibile a richiesta.

LA MUSICA ELETTRONICA

Chi è addentro alle cose della musica elettronica seguengo Stockhausen & Schönberg, o più semplicemente il Guardiano del faro, è al corrente che per realizzare melodie complesse, tematiche varie, occorre impiegare una serie di oscillatori che si identificano nell'ormai leggendario « Sintetizzatore ». Un apparecchio che ha il « difettino » di costare sul paio di milioni, ma ha una flessibilità immensa, con capacità di imitazioni degli strumenti classici senza limiti.

Evidentemente non possiamo qui presentare un Sintetizzatore al gran completo: assorbirebbe da solo le pagine disponibili. In cambio proponiamo un sorprendente generatore di effetti musicali: una specie di . . . « Clarino elettronico ».

Non sembri fuori tema, questa descrizione: si tratta evidentemente di un complesso « entartainment », ma il tecnico di oggi è continuamente chiamato a mettere « a posto » apparecchi del genere, mentre lo sperimentatore trova delle descrizioni, sulle Riviste specializzate, che di raro sono illuminanti sul principio della materia, ma specifiche, segmentate e settoriali: questa è volutamente generalizzata.

Vediamo allora questo generatore di musica elettronica; è ovviamente un dispositivo audio e proprio in questo settore dell'elettronica va compreso e forse studiato, almeno per completezza.

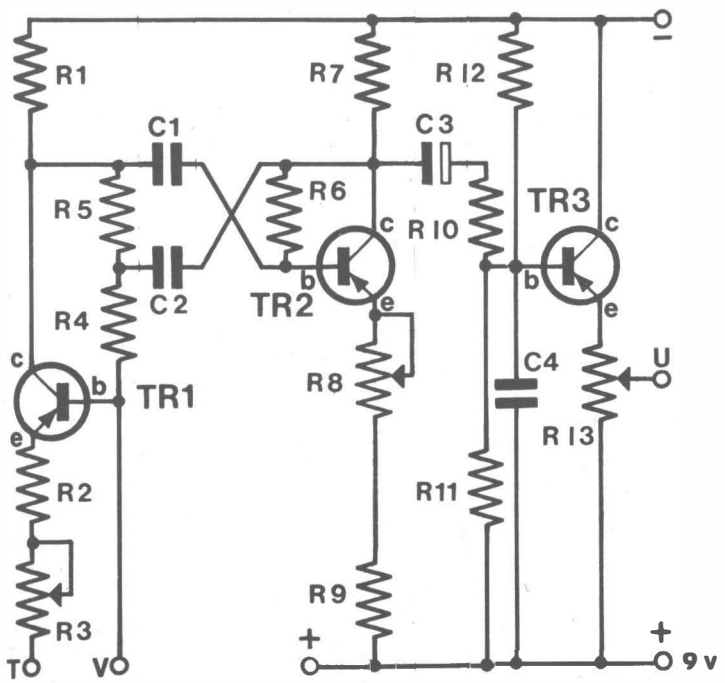
Appare nella figura 41. Di base, lo si può inquadrare nella categoria dei multivibratori astabili, infatti TR1 ha il collettore connesso alla base del TR2 tramite C1, così come

TR2 è accoppiato al TR1 per via del C2. Si ha quindi nei due stadi, un sistema « incrociato » che però ha una ricchezza di tono particolare grazie alle R5 ed R6 che controreazionano i singoli stadi, ed ai sistemi di polarizzazione degli emettitori, che per il TR1 sono formati dalle R2-R3; mentre per il TR2 si basano sulle R8-R9.

Semplificando, comunque, e facendo astrazione dagli accessori, il tutto non è altro che un multivibratore astabile. Vedremo poi come è generato il segnale per via della frequenza.

Come è noto, un « FF » del genere dà un'onda di tipo squadrato con gli angoli rotondi, e con una distorsione (che non interessa poiché non si tratta di uno strumento di misura) che può variare dal 10 al 30%.

La tensione-segnale può essere soggetta al carico esterno, e se il detto è severo, si possono avere disturbi vari, che vanno dalla variazione di frequenza (stonatura, trattandosi di musica) alla distorsione (incomprensibilità del timbro) alla variazione di Veff (ampiezza a volte piena a volte ridotta). Chiaramente, fluttuazioni del genere non possono essere accettate in uno strumento musicale, per cui al multivibratore segue uno stadio (TR3) che in teoria è un amplificatore, ma in pratica è un separatore, data anche la connessione a collettore comune.



Schema elettrico generale.

Fig. 41

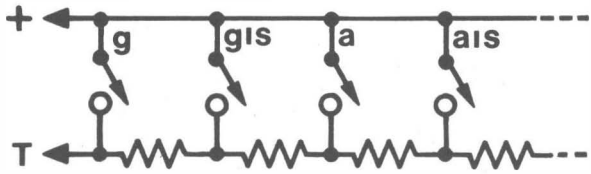


Fig. 42

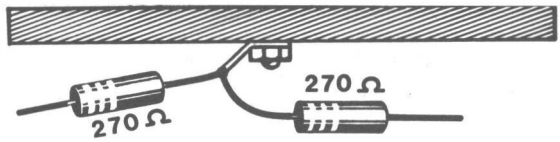


Fig. 43

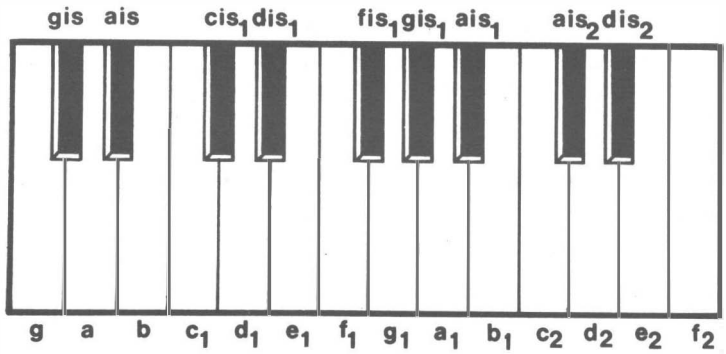


Fig. 43b

Esempio di tastiera, schema elettrico e parte meccanica, costruita elementarmente: la molla di contatto è bene sia in bronzo elastico crudo, o materiale analogo.

Quest'ultimo è attentamente studiato, quindi forse merita un breve commento, sempre rammentando che abbiamo già visto la configurazione fondamentale nella figura 5.

La polarizzazione del circuito è ottenuta per via del partitore R11-R12. A sua volta, la R11, in unione alla R10 realizza un adattatore di impedenza. Per quel che è la CC, il condensatore C3 s'incarica di separare le costanti dei due stadi, generatore e uscita.

C4 normalmente non appare negli stadi « lineari » che amplificano l'audio cercando di non apportare alcuna limitazione o correzione alla banda passante. Nel nostro caso è presente proprio per tagliar fuori l'eccesso di armoniche elevate che caratterizzano un'onda quadra.

L'uscita dello stadio è sulla R13, trimmer potenziometrico.

Il « LA » naturale, come molti sanno, è un segnale a forma di sinusoide che ha 440 Hz, né uno in più, né uno in meno, altrimenti risulta stonato. Questa semplice considerazione dice che per ottenere suoni che assecondino il codice di Guido D'Arezzo e non rumori casuali (anche se oggi si è piuttosto aperti alla tematica « informale ») serve un preciso accordo, null'altro.

Nell'oscillatore che studiamo, la variazione scalare della frequenza che produce l'accordo è ottenuta in modo molto semplice; nessuna commutazione degli elementi fondamentali, ma una « Strip » di resistenze che vengono gradualmente inserite tra l'emettitore del TR1 ed il positivo generale (massa). Come si vede nella figura 42, e nella 43, diverse resistenze da 270 ohm possono essere collegate tra R3 ed il + B.

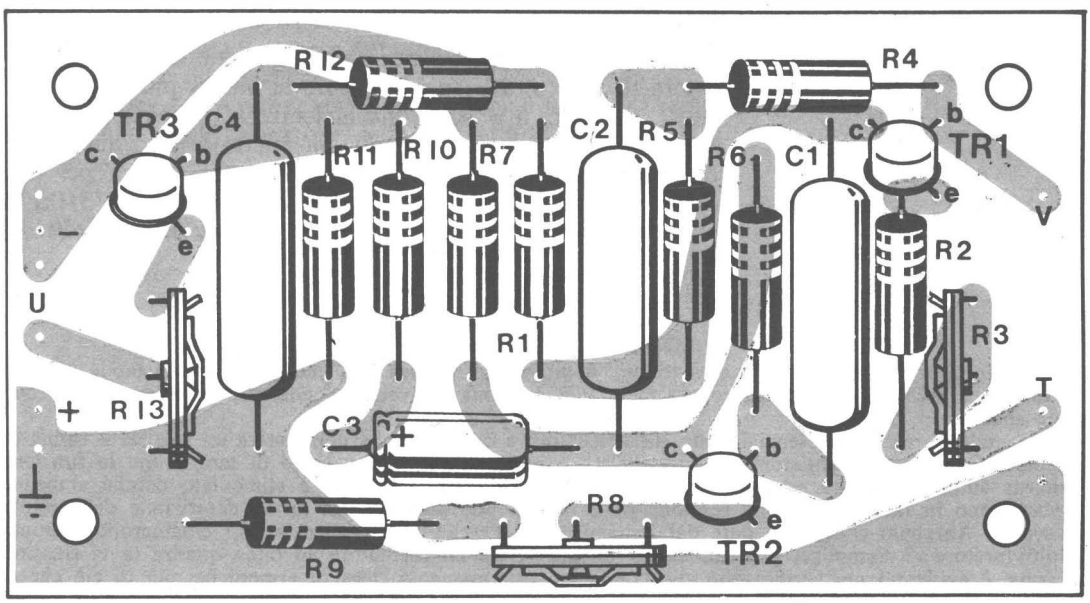
Anche se dette sono al 5%, logicamente non si può contare su valori assoluti, quindi è previsto un accordo per i suoni gravi: R3; nonché uno per la banda più elevata, i suoni acuti: R8.

Tra il basso più cupo e la nota più trillante se ne possono ricavare 22 intermedie che sono determinate dal numero di resistenze da 270 ohm che vanno da R3 alla massa.

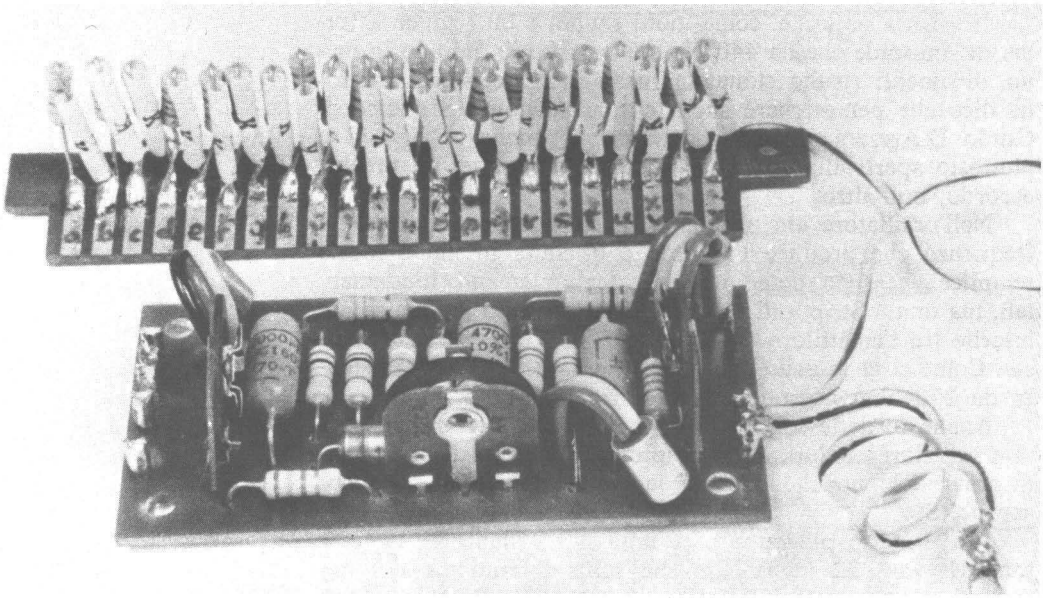
Per una taratura (pardon, dato che di strumento musicale si tratta, è d'obbligo dire « accordo ») efficace, occorrerebbe un Diapason. Alla meglio, anche un pianoforte potrebbe facilitare la regolazione, andando per paragone.

Se proprio non è possibile avere nulla del genere a disposizione, R3 ed R8 possono esser portati a circa metà corsa;

Fig. 44



Basetta e disposizione dei componenti.



Dietro al prototipo dell'oscillatore si nota la contattiera che serve come base generale per i tasti. Le resistenze da 270 ohm che determinano la scala tonale sono direttamente saldate ai capicorda dl questa.

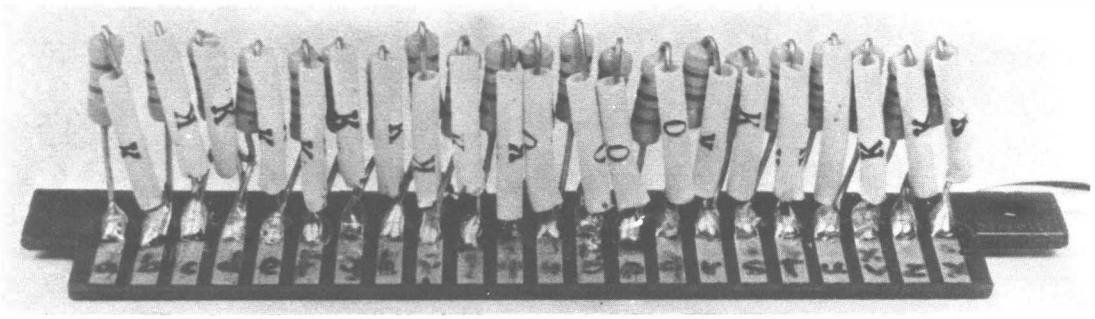
si può ascoltare attentamente il segnale e « cacciavitare » i trimmers sfruttando il proprio orecchio musicale; i cursori saranno mossi lentamente, dato che a circa metà valore l'accordo è certamente accettabile.

La normale tensione per l'alimentazione di questo generatore di note, è 9 V; a 12 V, però si hanno più o meno gli stessi risultati. 6 V sono insufficienti. A 9 V l'apparecchio consuma circa 2,5 mA, quindi una piletta è tutto quello che nel vero serve per il funzionamento. A 9 V esatti, per due ottave all'uscita si ha una tensione massima di 0,175/0,178 V, ovvero 175 mV, che non muta al mutare dell'accordo.

Nel circuito esaminato abbiamo visto una applicazione pratica del multivibratore astabile. Poiché questo dispositivo è oggi molto usato per molteplici funzioni, converrà spendere qualche parola di commento specifico.

Un multivibratore è essenzialmente un oscillatore a due stadi che non genera un segnale a forma di sinusoide. Quando un transistore conduce, l'altro è interdetto per un periodo di tempo, ma la funzione si alterna automaticamente, ed inizia con sicurezza non appena il circuito è alimentato perché ambedue gli stadi sono in fase, quindi una reazione positiva non può mancare. La prima descrizione del circuito si deve ad Abraham e Bloch e data dal lontano 1918. Perché i due scienziati lo chiamarono appunto « Multivibratore »? Semplice, essi cercavano di progettare un oscillatore ad onda quadra (e vi riuscirono, come è evidente) ma verificarono che l'onda era estremamente ricca di armoniche, più di ciò che ci si poteva attendere: di qui il termine.

Oggi vi sono circuiti a scatto definiti multivibratori « bistabili », « monostabili », ecc., quindi il no-



Contattiera e relative resistenze: ovviamente, questo tipo di montaggio non è vincolante; ogni altra soluzione meccanica efficace può essere adottata.

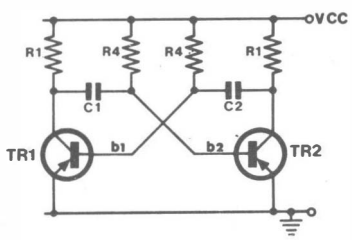
Rivediamo un momento le figure 42 e 43. La prima mostra lo . . . « schema elettrico » del variatore scalare di tono, l'altra l'esecuzione pratica.

Poiché si tratta di inserire una « fila » di resistenze, che si susseguono, qualunque sistema di interruzione potrebbe andar bene; più semplice tra i molti è quello mostrato nella figura 43, che sfrutta una serie di contatti in lamine di bronzo elastico comandati da una tastiera in legno ricavata da un pianoforte giocattolo. Ovviamente una tastiera in plastica è altrettanto valida, trattandosi di un mero leveraggio.

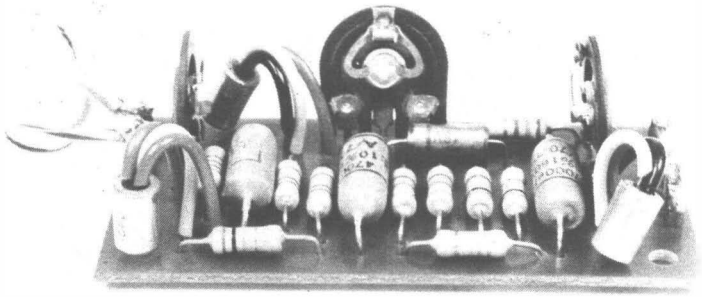
Una volta che si sia regolato o « calibrato » o intonato lo strumento, con la tastiera si possono suonare divertenti melodie; noi stessi in mezz'ora abbiamo potuto eseguire una passabile tematica Bacchiana, qualche canzoncina ed il « Largo » di Häendel. E' però da rammentare che la tastiera non consente accordi; si esegue solo una nota alla volta, in successione.

Nella figura 44 è riportata la basetta che reggerà ogni parte « principale »; ovvero ogni parte fatta esclusione per quelle relative alla tastiera.

I transistori dovranno essere cablati con i terminali ragionevolmente lunghi, dato che sono al Germanio e temono il calore della saldatura. Sui reofori sono infilati dei tubetti isolanti in plastica di colore diverso, ad evitare sempre possibili sviste.



Schema di multivibratore. Fig. 45



Vista del prototipo ultimato.

C3 dovrà essere inserito in circuito facendo attenzione alla polarità.

A parte queste poche note non v'è altro da dire, per la basetta « principale ». Ai contatti « T » e « massa » (positivo generale) sarà raccordata la tastiera preparata a parte, con le proprie resistenze; quest'ultima potrebbe essere ricavata facilmente, lo ripetiamo, da un organetto giocattolo, sistemando i contatti come abbiamo visto.

Ai contatti + e —, si collegherà la pila da 9 V che alimenta l'apparecchio tramite un adatto interruttore unipolare. L'uscita dei segnali è al capo « U » ed alla solita massa. Qui dovrà essere collegato un amplificatore di potenza; ottimi sono quelli che abbiamo già visto nelle figure 18 (1 W) e 25 (2,5 W). Il complesso, così facendo, diverrà un vero strumento musicale elettronico che potrà rappresentare uno svago assai rilassante. Noi crediamo però, che soprattutto il complesso sia valido sul profilo propedeutico; della maggior conoscenza e della preparazione.

Poiché avevamo già detto dell'intonazione, non ci pare vi sia altro da aggiungere.

stro viene detto « astabile » proprio per differenziarlo, ed è astabile perché la conduzione dei due stadi cambia di continuo, come abbiamo detto. Può interessare l'esame dettagliato della funzione, e ci serviremo di uno schema semplificato per verificarla meglio: figura 45.

Allora, supponiamo che all'inizio, data tensione, o comunque nell'istante in cui noi vediamo il circuito, TR1 sia nella conduzione e TR2 sia interdetto. Mentre C2/1 si carica, la base del TR2 diverrà man mano negativa ed allora il transistore che è NPN, tenderà ad entrare in conduzione, e vi entrerà raggiunto il valore di commutazione. All'istante il TR1 diverrà « Off », interdetto. C2/2 allora potrà iniziare a caricarsi ed il ciclo continuerà con un andamento inverso, per poi andare all'infinito alternandosi.

La durata in cui il funzionamento è stabile, prima dell'inversione, è data dalla formula:

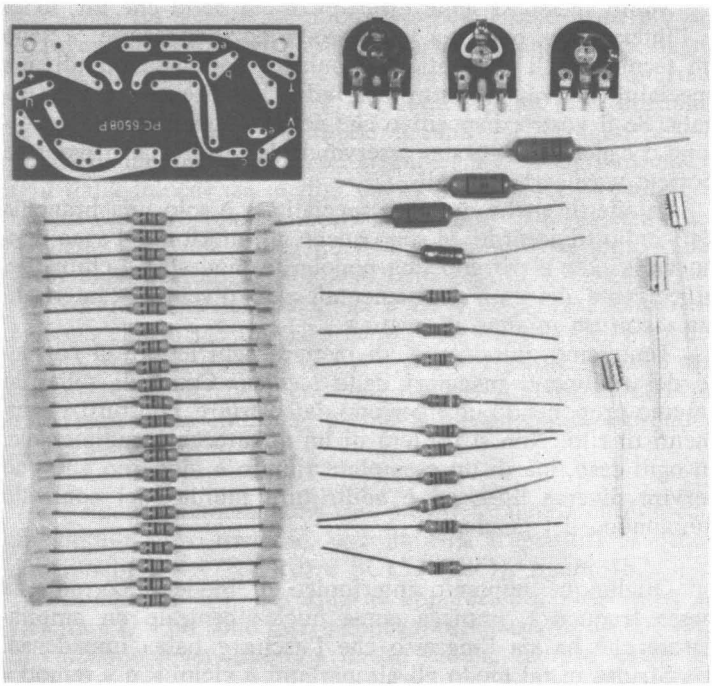
$$t \sim 0{,}7\ C2\ R4$$

quindi può essere calcolata facilmente, ed è volutamente semplificata non tenendo conto che C2, l'accoppiatore, si scarica oltre che sulla R4 anche attraverso il transistor; è comunque sufficientemente precisa.

Per chi voglia eseguire qualche esperienza supplementare, rendendo « pratico » il circuito « teorico » presentato, diremo che i transistori possono essere una coppia di AC126, oppure ASY80 e simili.

Con le R1 fisse, da 1.000 ohm, avremo le seguenti frequenze per le seguenti variazioni:

R4 = 27.000 Ω; C2 = 4.700 pF; Vcc = 4,5 V; frequenza: 5.000 Hz.
R4 = 10.000 Ω; C2 = 3.300 pF; Vcc = 4,5 V; frequenza: 20.000 Hz.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio.
Il kit, numero RE 09, è disponibile a richiesta.

RE 09

COMPONENTI

C1: Condensatore poliestere da 47.000 pF.
C2: Eguale al C1.
C3: Condensatore micro elettrolitico da 10 μF/16 V.
C4: Eguale al C1.
R1: Resistenza da 3.900 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 1.200 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Trimmer potenziometrico da 500 ohm.
R4: Resistenza da 10.000 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistenza da 150.000 ohm, ¼ W, 5%.
R6: Eguale alla R5.
R7: Eguale alla R1.
R8: Trimmer potenziometrico da 200 ohm.
R9: Resistenza da 560 ohm, ¼ W, 5%.
R10: Resistenza da 100.000 ohm, ¼ W, 5%.
R11: Resistenza da 10.000 ohm, ¼ W, 5%.
R12: Resistenza da 68.000 ohm, ¼ W, 5%.
R13: Trimmer potenziometrico da 2.000 ohm.
TR1: Transistore AC126, Philips.
TR2: Eguale al TR1.
TR3: Eguale al TR1.
Accessori: Serie di 22 resistenze, ciascuna da 270 ohm, ¼ W, 5%. Tastiera a 22 contatti.
Eventuale amplificatore di potenza (vedi testo).

INTERFONO TRANSISTORIZZATO

Molto spesso si sente dire: « Cos'hai detto che fai, tu? » E l'interpellato, con aria tra l'assorto ed il superiore: « Sono un tecnico degli impianti interfonici! » Abbiamo quindi una specialità nuova, in elettronica, ed è da dire che è ben pagata. Se il vostro dispositivo che collega appartamento e portone o cancello si guasta, osservando la fattura del riparatore potrete verificarlo da soli.

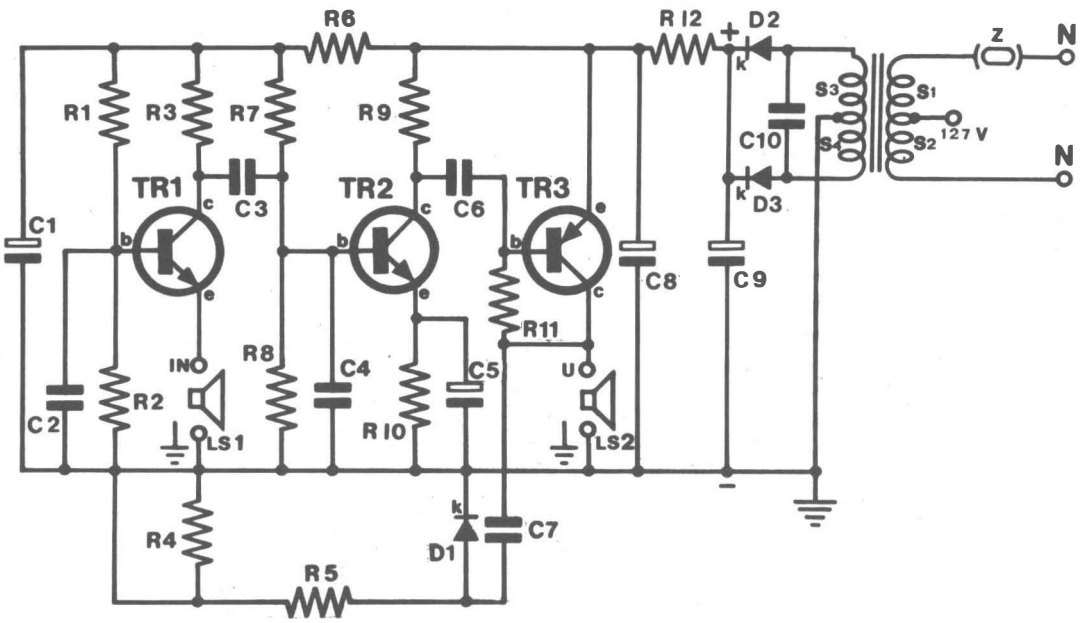
In effetti, anche questa « specialità » è solo una branchia dell'audio (d'accordo, vi sono anche gli interfoni RF, ma danno varie noie e trovano una popolarità modesta) e chiunque, al corrente dei fatti fondamentali può divenire « interfonista » con un minimo di pratica.

Tenteremo quindi, ora, di mettere ogni lettore al corrente dei rudimenti maggiori della tecnica. Come di solito lo faremo proponendo un interfono da costruire, con tutti i commenti di rito. Non si tratterà di un apparecchio rudimentale, in ogni caso, ma di un esemplare rifinito e moderno che può servire diverse linee ed è addirittura munito del controllo automatico del guadagno.

Qualunque impianto interfonico di modello corrente, a bassa frequenza, impiega come nucleo centrale un amplificatore che ha sia l'ingresso che l'uscita a bassa impedenza.

Sfrutta in tal modo gli altoparlanti « vicini » o « remoti » anche come microfoni mediante una semplice commutazione. Come sappiamo, per la voce umana, un altoparlante costitui-

Fig. 46



Schema elettrico generale.

sce anche un accettabile microfono per il noto principio della reversibilità di una bobina immersa in un campo magnetico permanente. Essa, se è percorsa da un segnale alternato tende a spostarsi vibrando. Se è fatta vibrare meccanicamente genera un segnale misurabile ai capi dell'avvolgimento.

Negli impianti interfonici si impiegano altoparlanti-microfoni dalla impedenza media: da 25 a 250 ohm. Il motivo di questa scelta, è rendere poco importante la resistenza interna delle linee che collegano il « centralino » appunto munito di amplificatore, con i posti comunicanti « lontani ».

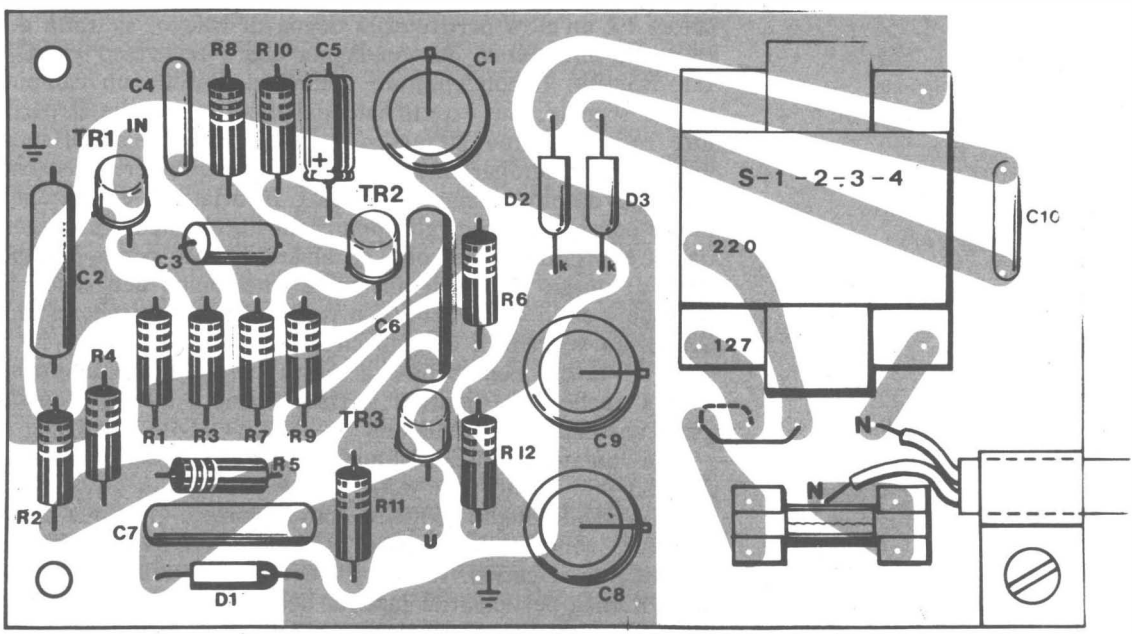
Normalmente il centralino detto è a disposizione della persona che dirige un dato lavoro, se si tratta dell'impianto di una azienda, di una officina e simili. Oppure non v'è centralino (caso tipico il citofono di una abitazione con più appartamenti) e chiunque prema il pulsante può « prendere la linea ».

Il nucleo fondamentale del nostro impianto citofonico è un amplificatore tristadio, che impiega transistori al Silicio del tipo BC148 (TR-TR2) e BC157 (TR3): figura 46.

All'ingresso « I » di questo apparecchio, così come all'uscita « U » possono essere collegati altoparlanti da 150 ohm in funzione reversibile. La massa rimane sempre unica, cosicché, nella più semplice funzione, basterebbe un semplice deviatore per il « parla-ascolta ».

A parte l'impedenza eguale « IN-OUT » questo amplifi-

Fig. 47



Basetta e disposizione dei componenti.

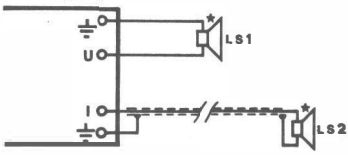
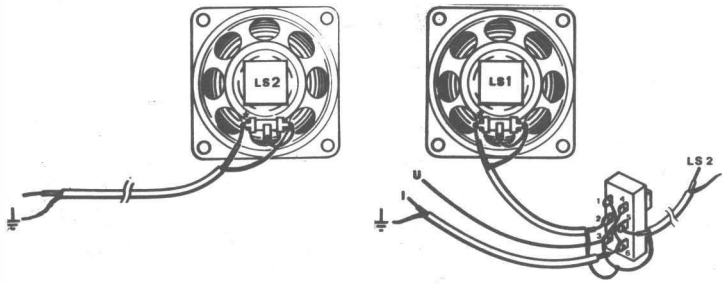


Fig. 48 - 48b - 49



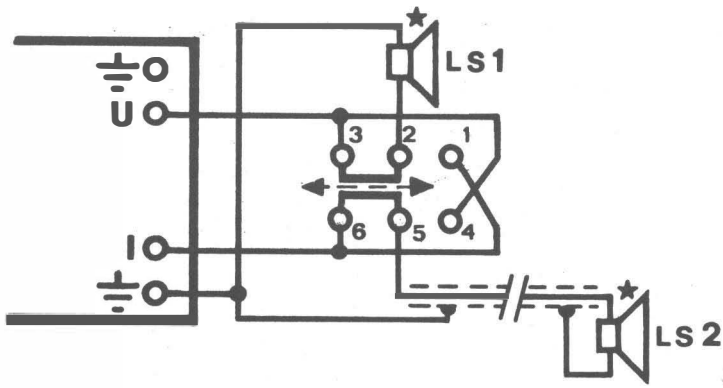


Fig. 49b

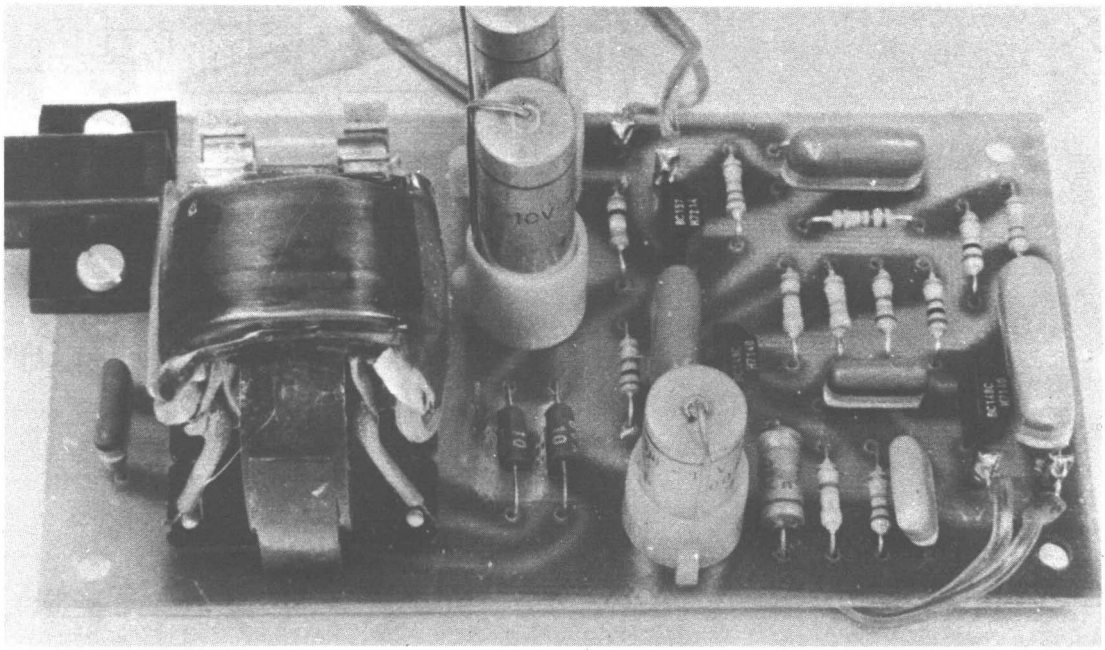
Indicazioni generali per il collegamento dell'altoparlante.

catore ha un'altra particolarità degna di rilievo; si tratta del controllo automatico del guadagno, che è realizzato via C7, D1, R5, R4. Il condensatore preleva dall'uscita un campione del segnale, che è rettificato dal diodo e tramite il partitore resistivo torna all'ingresso. In tal modo, sia parlando vicino ad un altoparlante, sia essendo ad una certa distanza da esso, l'ascolto rimane più o meno invariato. Il che sarebbe molto consigliabile per gli apparecchi normalmente impiegati da Direttori iraconti e soliti ad alzare la voce per il minimo motivo; questo è quindi anche un interfonico che rende le persone « civili » (!). Scherzi a parte, siano pure scherzi filosofici, ora vedremo i dettagli circuitali.

TR1 lavora con la base a massa: il circuito è molto simile a quello della figura 1, e rimandiamo a questo progetto per i commenti e le funzioni.

La polarizzazione, l'abbiamo visto, è controllata dal C.A.G.

Il secondo stadio (TR2) è convenzionale: funziona ad emettitore comune, ha la base polarizzata da R7 ed R8: R9 rappresenta il carico, R10 e C5 curano la stabilità termica. C4 è l'unica particolarità insolita dell'assieme; serve per rendere più netta l'amplificazione per la sola voce umana, stringendo la banda di quanto occorre per escludere i rumori e



Prototipo a montaggio ultimato.

lasciar passare i soli messaggi.

TR3 è inserito in uno stadio semplicissimo: C6 è l'accoppiamento con il precedente; la R11 funge da controreazione CC/CA, il carico è l'altoparlante-microfono di volta in volta scelto.

Questo interfono è studiato per rimanere in azione anche per ore, o senza limiti di tempo, occorrendo. Sono quindi escluse le pile, ed il circuito prevede un alimentatore di rete. Detto è formato da un trasformatore che riduce a 12 V la tensione, da un rettificatore a doppia semionda comprendente D2 e D3, da un filtro convenzionale a p-greco: C9, R12, C8. E' però da notare che vi è un secondo filtro, nella linea positiva: R6 e C1; questa cellula serve per disaccoppiare il TR1 dal resto del circuito sì che non possano accadere inneschi.

Una basetta stampata da 110 per 60 mm accoglie sia l'amplificatore che l'alimentatore: figura 47.

Le operazioni di cablaggio possono iniziare con le parti più piccole; le resistenze; i condensatori non polarizzati. Si porranno poi in loco i transistori, facendo bene attenzione ai piedini che sono già piegati per inserirsi nel senso indicato dalla figura 47. Non minor cura sarà dedicata ai raddrizzatori D2 e D3, che hanno il catodo (+) al verso arrotondato. Verrà ora la volta del D1, che ha il proprio catodo

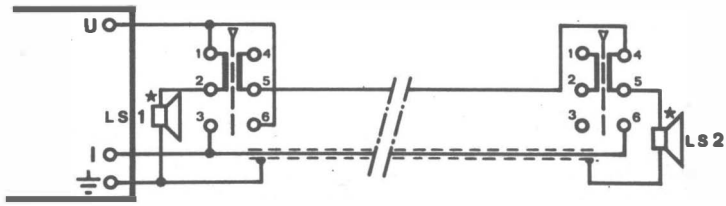


Fig. 50 **Collegamento fra le due unità.**

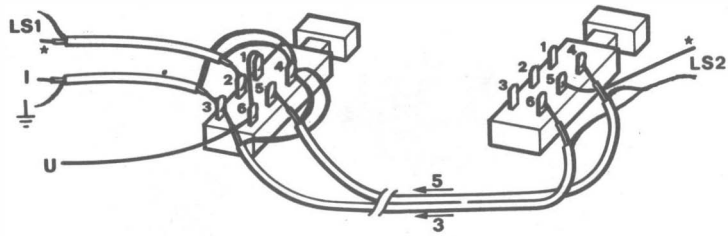
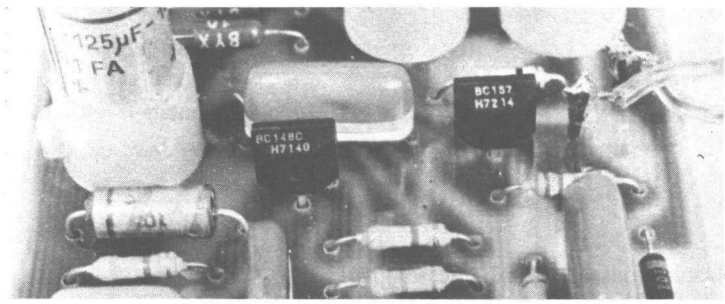


Fig. 50b **Cablaggio ai pulsanti.**



Particolare della basetta: sono evidenziati i semiconduttori.

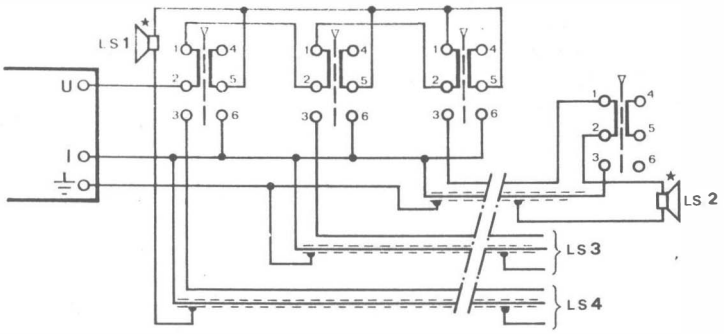
contraddistinto da una fascetta chiara. Passando agli elettrolitici, per il verso di inserzione del C5 si veda con attenzione la sagoma nella figura 47; C1, C8 e C9 hanno un « collare » munito di sperone che identifica il negativo.

Il cablaggio terminerà saldando il portafusibile, il trasformatore di alimentazione ed il cordone di rete, che meccanicamente, sarà tenuto in loco da un cavaliere plastico.

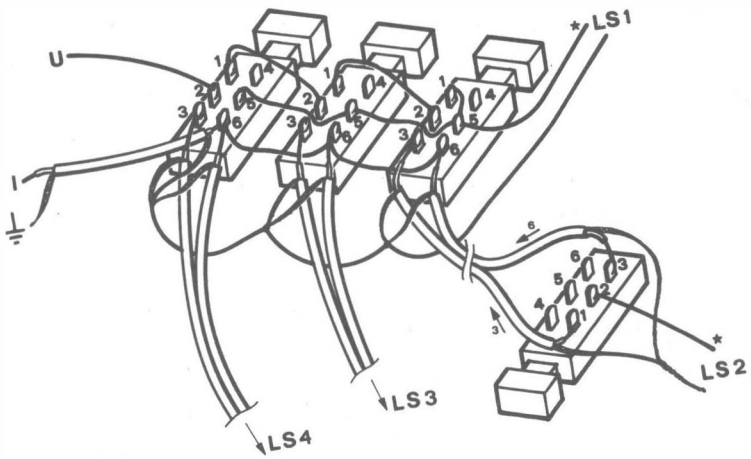
A differenza da tutti gli altri circuiti studiati sin'ora, questo funziona a rete-luce, e 220 V sono presenti sulla basetta stampata, dal lato del primario del trasformatore e sul fusibile.

E' quindi necessario fare attenzione a non entrare in contatto con queste parti, perché 220 V sono sufficienti per folgorare una persona, uccidendola.

Per la medesima ragione, l'interfono non sarà mai posto al lavoro privo di involucro, ma anzi, terminato il montaggio, la prima preoccupazione sarà quella di munirlo di un adatto



Schema di collegamento alla pulsantiera. Fig. 51



Cablaggio della pulsantiera. Fig. 51b

contenitore in plastica. Nei grandi magazzini, a circa 500 lire, sono in vendita dei graziosi cestini-secchielli multicolori traforati da spiaggia che sembrano proprio l'ideale per servire da involucro per il posto centrale e quelli remoti.

Basta munirli di un fondo e tagliarli di sbieco, in modo che poggino sul tavolo, o dove si vuole, un po' inclinati verso l'operatore.

Per una prima prova l'interfono potrà essere impiegato a « senso unico ». Si collegherà allora un altoparlante da 150 ohm all'uscita, con uno spezzone di piattina bifilare, ed un altro all'ingresso. Per evitare un immediato effetto Larsen, ovvero il « ritorno » di suono tra un altoparlante e l'altro attraverso all'amplificatore, che darebbe luogo ad una reazione positiva con conseguente violentissimo « ululato », l'altoparlante che va all'ingresso lo si collegherà a distanza, diversi metri, mediante cavetto schermato per audio. La calza di codesto, andrà ovviamente alla massa generale, mentre il con-

duttore centrale all'emettitore del TR1. Dall'altro lato, quello dell'altoparlante, impiegato come tale, non vi è una preferenza di connessione.

Certi che i collegamenti siano validi, si potrà dare tensione al tutto. Se il trasformatore ronza o si scalda, attenzione! Vi è qualche difetto nel montaggio.

Se invece tutto appare normale, parlando nell'altoparlante « lontano » si udrà forte e fedele la voce in quello « vicino » all'amplificatore.

Si potrà anche valutare l'effetto del controllo automatico del volume. Qualora serva sorvegliare un luogo in funzione di antifurto, oppure per seguire il riposo di un poppante o simili, il montaggio può anche rimanere com'è, ma per le normali funzioni interfoniche occorrerà prevedere alcune commutazioni, che tratteremo ora.

Per fare il punto della situazione, diremo che allo stadio attuale, la connessione si presenta come nella figura 48. Per poter colloquiare tra i due posti, occorre invece un inversore, che vediamo nella figura 49.

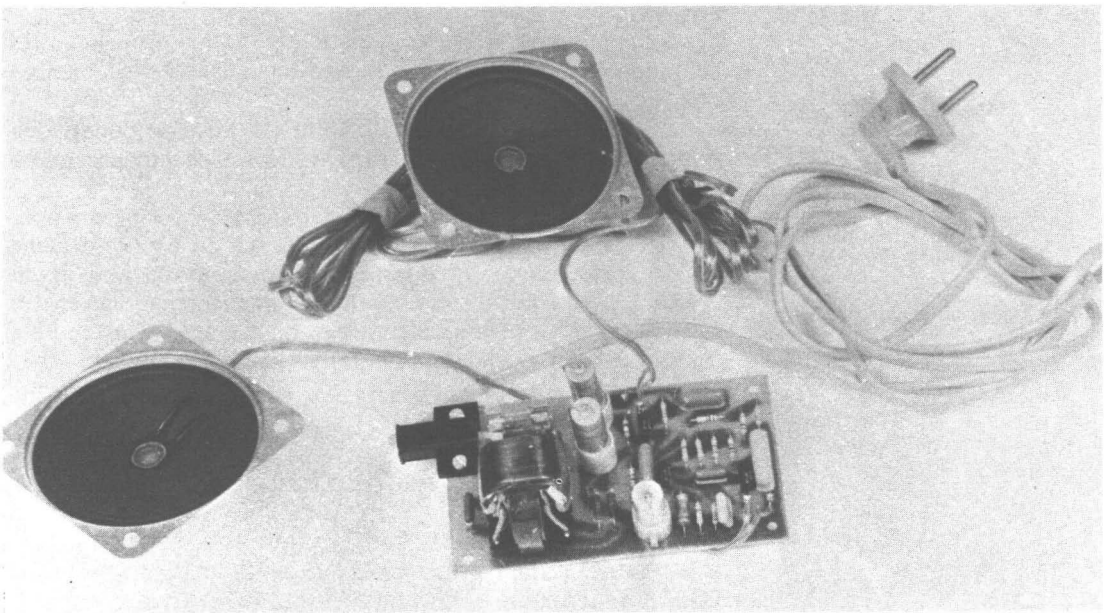
Questo commuta l'altoparlante « lontano » all'ingresso, quando quello « locale » è all'uscita, e viceversa. Come si nota, per la funzione basta impiegare un economico elemento a slitta, dal costo moderato. Naturalmente vanno altrettanto bene modelli rotativi o a pressione.

E questo, indubbiamente è già un interfonico che funziona perfettamente ed è adatto per impieghi di ufficio, per fungere da « portinaio elettronico » o come si vuole.

Ha però un difetto; l'altoparlante « lontano », a riposo sarà sempre collegato all'uscita, ed in tal modo non può chiamare il posto principale. In altre parole, solo in un senso è possibile iniziare uno scambio di messaggi: il che è limitativo.

Per ottenere la « vera » funzione di interfono, è necessario mettere in opera due doppi deviatori, più un doppio deviatore a parte, come si vede nella figura 50. Il cablaggio non presenta la minima complicazione: siamo più o meno sul livello dell' . . . impianto elettrico (!). I cavetti che portano il segnale dal doppio deviatore, che sarà posto vicino all'amplificatore, al deviatore singolo, che sarà impiegato dal posto remoto, potranno essere lunghi una ventina di metri. Naturalmente, essi saranno schermati e la figura mostra il collegamento della « calze »; le uscite per altoparlanti, le connessioni all'amplificatore. Nessuna possibilità di errore, quindi. Anche in questo caso sarebbe possibile l'impiego di semplici deviatori a levetta, ma, come suggeriscono le figure, assai più pratiche ed eleganti sono le sezioni di tastiera TV. Questi elementi sono reperibili presso ogni buon grossista a poco prezzo.

Le scrivanie dirigenziali sono solitamente « affollate » di tasti, con i quali si possono chiamare le persone subordinate più varie e distanti. Chi non frequenta i « managers » avrà visto più volte nei film questo genere d'impianto, spesso mo-



Prototipo a montaggio ultimato.

tivo di gag o supporto per caotiche scenette, tipiche della commedia brillante americana degli anni '60.

Si tratta di interfonici detti « complessi » perché muniti di varie derivazioni e posti lontani.

Anche il nostro può essere impiegato in un compito del genere (non quello di far ridere — !! — Quello di servire al dirigente) servendo un numero di posti remoti pressoché senza fine. L'unica difficoltà è porre in opera un sistema di commutazione concepito idoneamente.

La figura 51 mostra, ad esempio, una tastiera adatta per comunicare con tre corrispondenti, e seguendo il circuito, si possono aggiungere tutte le derivazioni che interessano. Il concetto informatore delle commutazioni è il seguente: l'operatore del posto principale, può « interrogare » ed ascoltare su qualunque linea. I corrispondenti possono « interrogare » (qui è la segretaria; qui il magazziniere; qui il centralinista ecc. ecc.) il posto centrale, ma non possono controllare la linea di uscita, che resta a disposizione del solo posto centrale. In tal modo, i « remoti » tutt'al più possono interferire in una conversazione, ma non possono ascoltarla, né dialogare tra loro escludendo « LS1 », l'altoparlante-microfono « principale ».

Chi ha un minimo di inclinazione per la « logica » elettronica, vedendo i circuiti di figura 50 e 51 potrà divertirsi ad elaborare altri per ogni impiego. Chi invece vede commutazioni ed esclusioni come il fumo negli occhi, per i vari usi dell'interfonico potrà direttamente rifarsi ai disegni costruttivi; in tal modo non vi potrà essere alcuna possibilità di

errore.

Se comunque si elabora un circuito in « proprio », trascurando le commutazioni previste da noi, è da rammentare che:

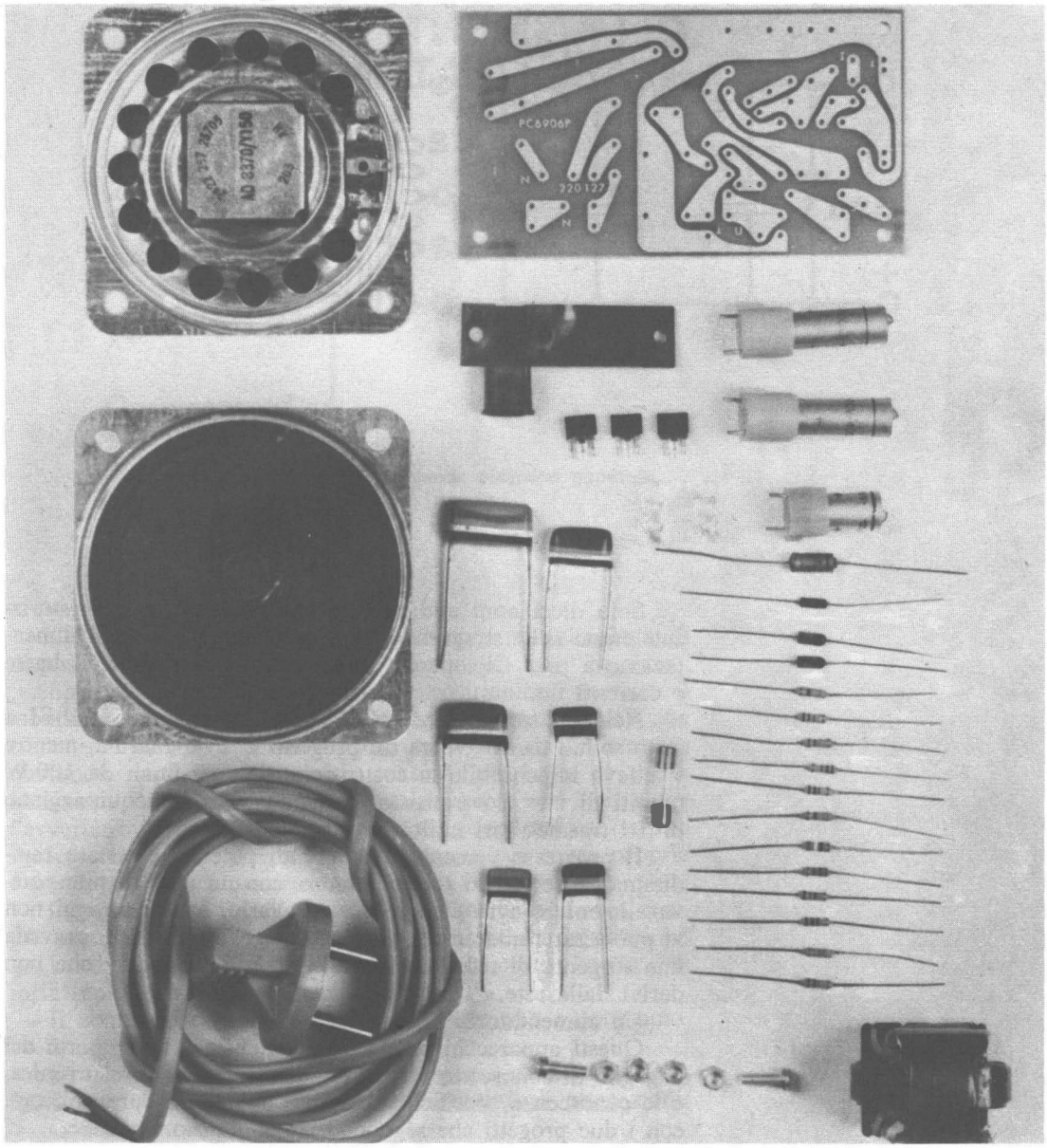
a) Tutti i collegamenti che vanno ai posti secondari debbono sempre essere eseguiti in cavetto schermato per microfoni.

b) L'ingresso « I » dell'amplificatore può rimanere « aperto » senza che l'amplificatore si danneggi, ed anche se avviene un cortocircuito, in questa presa, non avvengono danni.

c) L'uscita non si danneggia se rimane senza carico (infatti durante le commutazioni, per un istante vi è sempre il « distacco » di ogni altoparlante).

COMPONENTI

C1: Condensatore da 125 μF/16 V.
C2: Condensatore a film plastico da 470.000 pF.
C3: Condensatore a film plastico da 100.000 pF.
C4: Condensatore a film plastico da 47.000 pF.
C5: Condensatore elettrolitico da 10 μF/25 V.
C6: Condensatore a film plastico da 220.000 pF.
C7: Eguale al C6.
C8: Condensatore da 400 μF/15 V.
C9: Eguale al C8.
C10: Condensatore da 10.000 pF, ceramico o plastico.
R1: Resistenza da 1 Mega ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 180.000 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 5.600 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 10.000 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistanza da 15.000 ohm, ¼ W, 5%.
R6: Resistenza da 1.000 ohm, ¼ W, 5%.
R7: Resistenza da 47.000 ohm, ¼ W, 5%.
R8: Resistenza da 22.000 ohm, ¼ W, 5%.
R9: Resistenza da 680 ohm, ¼ W, 5%.
R10: Eguale alla R9.
R11: Eguale alla R8.
R12: Resistenza da 39 ohm, ¼ W, 5%.
TR1: Transistore BC148.
TR2: Transistore BC148.
TR3: Transistore BC157.
D1: Diodo al Silicio OA202.
D2: Diodo al Silicio BYX10.
D3: Eguale al D2.
Altoparlanti: Tutti da 150 ohm d'impedenza, modello Philips AD3370/Y150.
Trasformatore: Primario adatto alla rete; secondario da 9 V + 9 V, 5 W.
Fusibile: 50 mA, con portafusibili.
Cordone di rete e spina.
Interruttore (opzionale).



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 10, è disponibile a richiesta.

I COMMUTATORI

Innumerevoli, sono le pulsantiere in commercio; spesso però hanno un sistema autobloccante che le rende non molto pratiche per questo impiego; comunque, il sistema di bloccaggio può essere eliminato con la massima facilità togliendo la lamina che ha il ritorno a molla, questa molla ed il relativo perno. Ciò fatto, lo sperone di blocco resta libero, e la pulsantiera funziona « ad autoritorno ». Volendo evitare ogni operazione di modifica meccanica, i tasti GBC 0/543, 0/530 e simili, sono ottimi; sembrano proprio previsti per questo lavoro, ed i loro contatti seguono la disposizione di quelli che appaiono nelle nostre figure.

GLI ALIMENTATORI STABILIZZATI

Solo dieci anni addietro, le apparecchiature transistorizzate erano nella stragrande maggioranza previste per l'alimentazione a pile. Ciò, perché funzionavano con tensioni basse e correnti limitate.

Nel non troppo lontano 1964, un amplificatore HI-FI a stato solido da 15 W era un progetto di avanguardia, mentre risultava impensabile la costruzione di quei finali da 100 W muniti di un solo transistor che odiernamente equipaggiano tutti i trasmettitori militar-professionali.

Il progresso verso le . . . « grandi potenze » è stato rapidissimo, e se ieri lo sperimentatore con un paio di pile poteva alimentare ogni elaborato, e provarlo, e usarlo, oggi non vi può essere laboratorio, sia pur minuscolo, che non preveda una sorgente di tensione variabile, ben stabilizzata, che non derivi dalla rete.

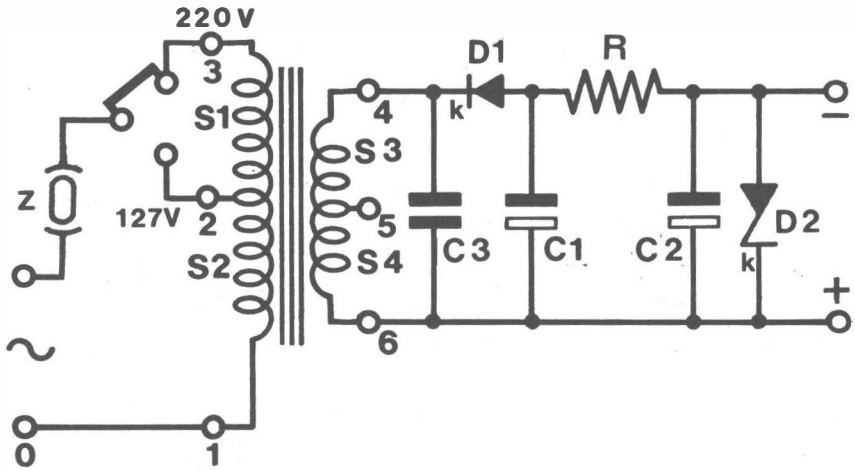
Un alimentatore, insomma.

Questi apparecchi devono quindi entrare a far parte del bagaglio di conoscenze di chiunque si interessi di elettronica, e le conoscenze specifiche speriamo di poterle dare noi, ora, con i due progetti che seguono e le annotazioni relative.

Nei capitoli precedenti abbiamo visto numerosi apparecchi che prevedevano per l'alimentazione 9 V ed una corrente assai limitata; alcuni mA: ad esempio tutta la serie dei preamplificatori - filtri - adattatori audio.

GLI ZENER

Non poche inesattezze sono state scritte su questo semiconduttore, in passato e di recente; non sarà quindi di troppo (ma anzi forse necessario) l'esame delle sue funzioni; specie considerando che lo Zener oggi è massivamente impiegato nei televisori, negli apparati HI-FI, nelle autoradio e praticamente in tutti i dispositivi elettronici.



Schema elettrico generale. Fig. 52

Certo, l'alimentazione a pile conviene, per l'impiego di dispositivi del genere; ma altro è l'impiego, altro la prova.

Spesso, quando si è ultimata la costruzione, in tutto il laboratorio non vi è una sola pila carica; oppure ve n'è una che « sembra » carica, ma appena collegata ad un circuito qualunque si « siede » e dà una tensione più bassa di quella nominale. Fatto assai insidioso questo, perché se non si ha l'avvertenza di misurare la effettiva tensione presente si può credere che un apparecchio funzioni male per cause proprie e non perché vi è un errore nel voltaggio!

Occorre allora un alimentatorino anche piccolo, ma sempre pronto, che possa prendere il posto delle infide pile.

Un apparecchio del genere, dal minimo costo e dalla irrisoria semplicità, lo descriveremo ora.

Il compatto ed economico alimentatore che proponiamo, ha il circuito riportato nella figura 52.

E' forse il più elementare che si possa concepire, nella fattispecie, prevedendo una certa attendibilità di prestazioni.

Quasi un esempio scolastico.

Vi è un trasformatore di alimentazione che ha il primario adatto per la rete a 125 o 220 V, infatti in molte regioni italiane sono ambedue disponibili, e può essere utile l'alternativa. Il secondario eroga 9 V con 50 mA. La presa cen-

Questo diodo svolge le funzioni che in passato erano precique dei tubi definiti « stabilizzatori di tensione », con una ovvia miglioria relativa alla robustezza, alla durata, alla compattezza: per parlare solo di fattori primari. Gli Zener comunemente reperibili hanno tensioni comprese tra 3 V e 300 V, la potenza può variare da 250 mW a 50 W. Al di là di questi valori si cade nel campo degli elementi per impiego

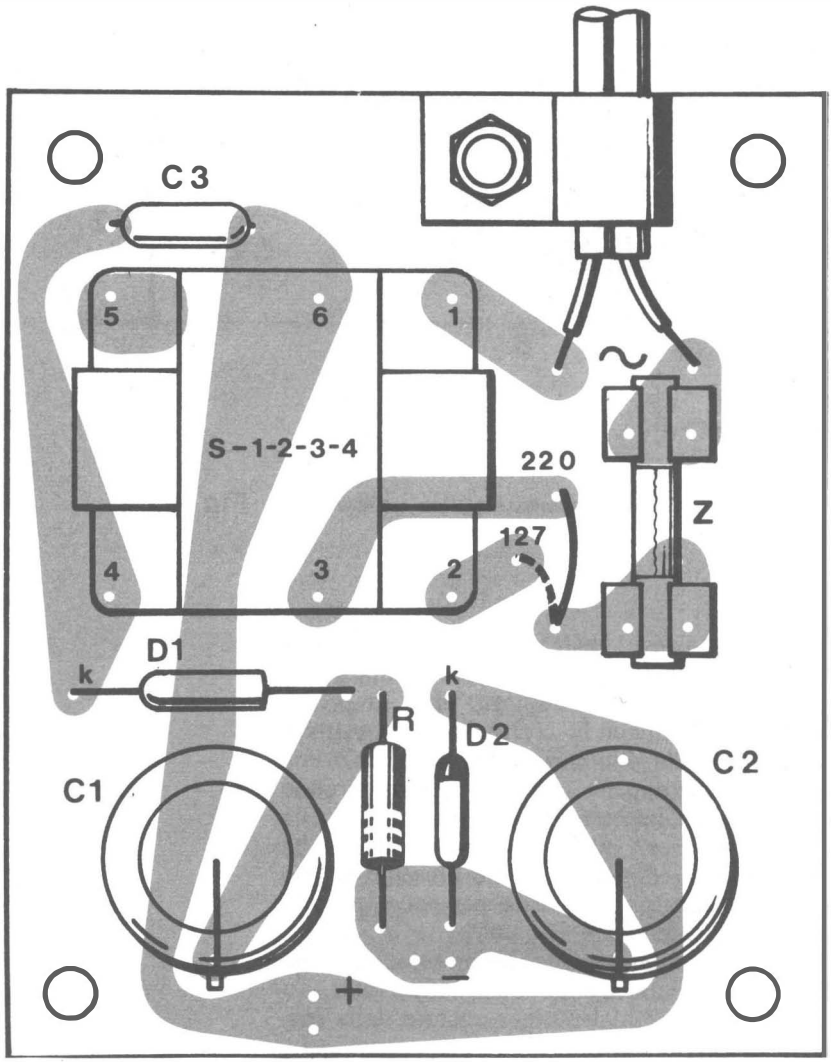


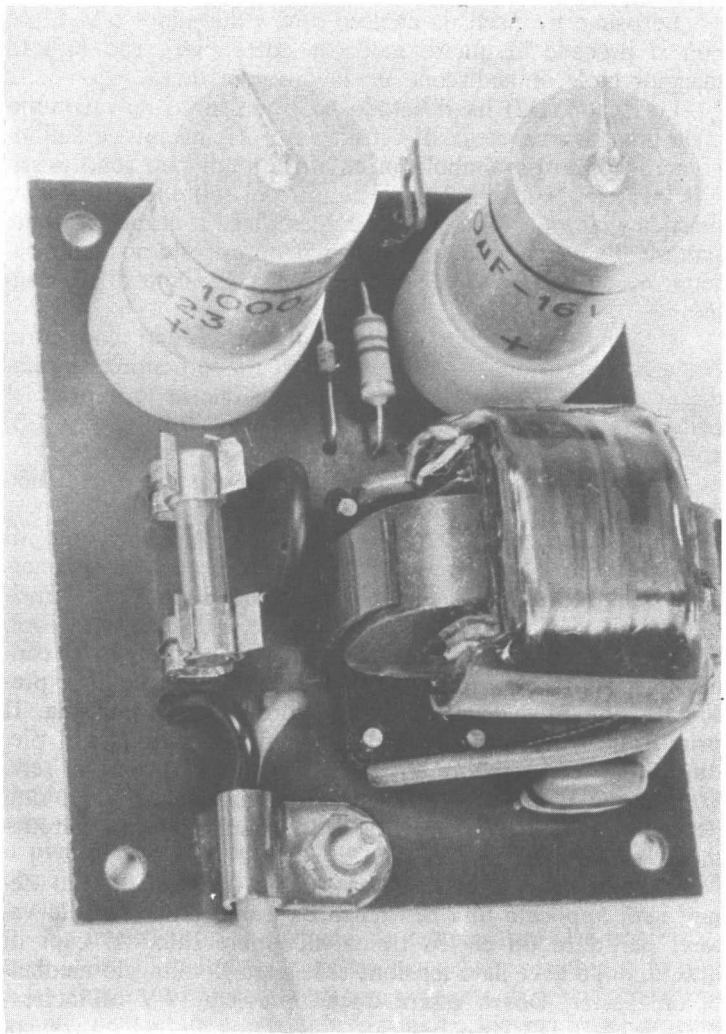
Fig. 53 **Basetta e disposizione dei componenti.**

trale non interessa, almeno che non possa risultare utile il ricavo di una tensione inferiore all'uscita.

Segue un rettificatore a semionda D1, mentre il condensatore C3 serve unicamente per eliminare i disturbi transitori presenti sulla rete.

Al diodo D1 segue un filtro a p-greco, di classica concezione: C1-R-C2. I due condensatori che fanno parte di questo ultimo sono di capacità rilevante: 1.000 μF. Si ha quindi uno « spianamento » assai buono.

All'uscita, particolare rilevante nell'assieme, è collegato un diodo Zener, D2, che, essendo del tipo BZX79 C9V1, ha



Particolare del prototipo a montaggio ultimato.

9 V di tensione di « crollo ». Diremo in seguito delle particolarità di questo interessantissimo componente oggi tanto comune; ora, anticipiamo solo il fatto che se la tensione presente ai suoi capi è superiore a quella per cui è previsto, esso appare come una resistenza di bassissimo valore; ragion per cui in questo circuito produce una caduta di tensione sulla resistenza R, e rende stabile l'uscita. Infatti, se per qualunque variazione o difetto la rete-luce cresce, la « Vout » rimane stabile; a vuoto non superiore a 9,3 V; per qualunque sbalzo, sotto carico si hanno 9 V precisi, che possono unicamente mutare in funzione della tolleranza del diodo.

Le prime tre parti da cablare sono i due diodi e la R; se non si procede in questo modo, le altre parti, con la loro maggior mole, impediscono un lavoro comodo.

Lo Zener (D2) ha il catodo contraddistinto da un punto o da una fascetta rossa. Il rettificatore D1, ha invece sull'involucro il proprio simbolo in chiaro, quindi non sono possibili inversioni. C1 e C2 sono muniti del solito « collare » in plastica giallina, il cui sperone identifica il negativo, come sempre. Esso sarà orientato verso il bordo esterno della basetta, così come è indicato nella figura 53, piano di montaggio.

I terminali dei condensatori saranno saldati con cura, senza precipitazione. Si passerà poi al trasformatore, che andrà inserito sulla basetta facendo attenzione ai terminali del primario e del secondario, ai supporti del fusibile « f », al C3, che non ha un verso di inserzione.

Per completare il tutto, mediante un cavaliere metallico o plastico si fisserà il cavetto di rete munito di spina.

Ora, attenzione; è necessario eseguire un cavalletto di filo che serve da variatore di rete. Se si prevede la connessione alla 125, detto conduttore andrà dal supporto del fusibile (si riveda la figura 53) al terminale 2 del trasformatore. Se invece si opta per 220 V, come è probabile, allora la connessione andrà al piedino 3. Il progettino, così come è presentato non prevede alcun interruttore o lampadina-spia. Il primo può essere inserito con la massima facilità tra il piedino 1 del trasformatore ed uno dei capi del cordone di rete. L'altra può essere al Neon, con resistenza incorporata; uno dei tanti modelli offerti dalla GBC. Sarà collegata direttamente ai capi del primario.

Ai terminali di uscita, praticamente in parallelo allo Zener, sarà applicata una resistenza da 1.000 ohm o simile valore, per dare un carico tipico all'apparecchio. Ai capi di questa, dopo aver dato tensione si leggerà il voltaggio mediante un Tester. Dovrà essere quello previsto: 9 V all'incirca, sempreché il D2 sia « centrato » rispetto alla tolleranza costruttiva.

Se durante la misura il trasformatore di alimentazione si

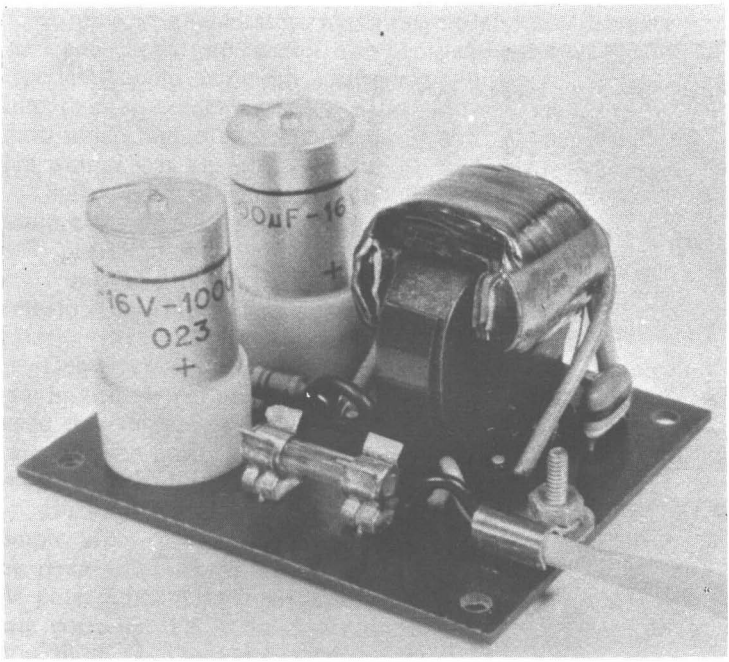
prettamente « professionale » che non ha praticamente limiti di parametri.

Gli Zener sono giunzioni P/N. La zona P è usualmente formata drogando il Silicio con tracce di Boro, mentre per la N si provvede con il Fosforo.

Contrariamente alla connessione dei diodi per impiego generico, uno Zener lavora « inverso »: ha sempre il positivo della tensione applicato al catodo (lato « N » della giunzione) e viceversa.

Questo tipo di connessione, a priori non genera alcun tipo di conduzione interna importante, perché richiama le cariche verso gli estremi della giunzione, creando tra la zona P e la zona N una barriera « svuotata ». Aumentando la tensione, aumenta il tratto vuoto di cariche.

Ciò non continua all'infinito però, dato che per ogni diodo, ad un dato valore della tensione inversa, detto appunto « valore di Zener », si ha un rapido rovesciamento della situazione; le cariche attraversano la barriera e si accoppiano (elettroni-lacune) creando una corrente intensissima, ovvero presentando al circuito alimentatore una resistenza molto bassa. Se questa corrente non è opportunamente limitata da



Si noti nell'immagine il posizionamento del fusibile, elemento fondamentale per la protezione del circuito.

mette a scaldare in modo allarmante (normalmente deve essere appena tiepido, e dopo diversi minuti di funzionamento a pieno carico) si deve subito staccare la rete e verificare il circuito; può esservi qualche « corto »; D1 collegato inverso o simili.

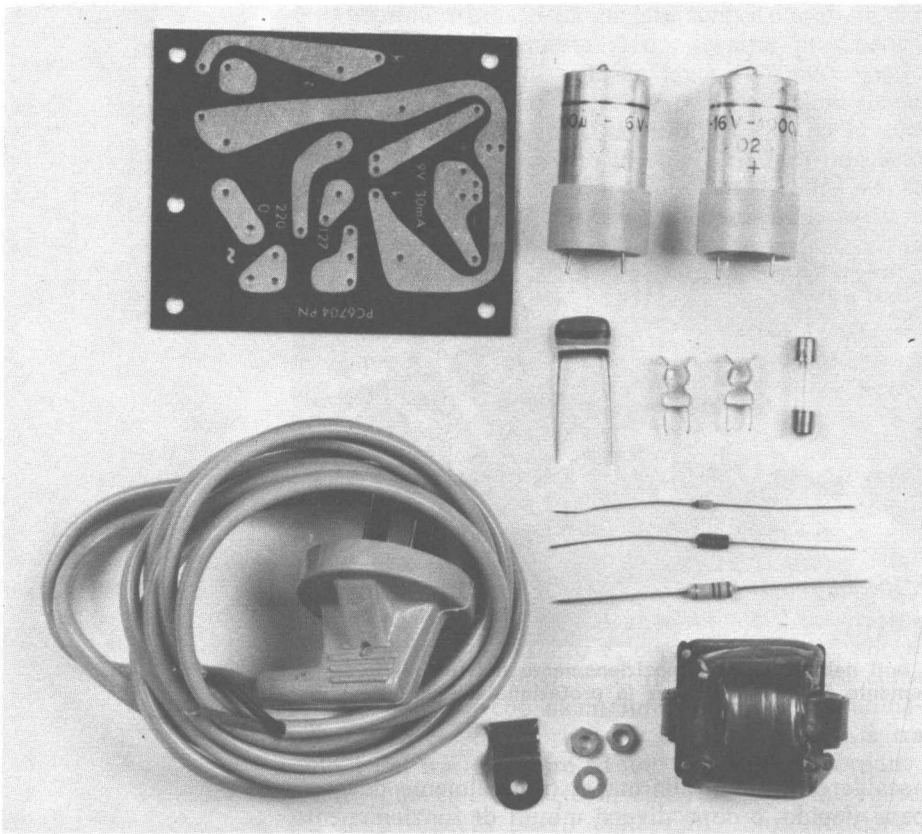
Se invece tutto è normale, la temperatura del trasformatore idem, il fusibile non salta, ecco: l'apparecchio è pronto a funzionare e rappresenterà una sorgente di tensione sempre pronta per provare ogni altro apparecchietto. Una sorgente di tensione che non invecchia e non si esaurisce, quindi non dà luogo a collaudi falsati.

un carico esterno (per esempio nella figura 52 abbiamo la « R ») « salta » il diodo per fusione, o salta l'alimentatore.

Con l'impiego di un adeguato carico, invece, lo Zener funziona in modo lineare e preciso. Rifacendoci al paragone primiero, diremo che questo diodo anche per via termica è superiore al tubo di cui fa le funzioni; infatti, ha un coefficiente termico; la tensione Vz aumenta di circa 5 mV per °C, ma sapendo questo è facile compensarlo mediante resistenze PTC o altri diodi al Silicio rettificatori che abbiano un andamento « temperatura-tensione di ginocchio » inversa. Per contro i tubi a gas hanno una relazione temperatura-tensione poco prevedibile ed influenzata da altri fattori, come la densità luminosa dell'ambiente. Pertanto, compensarli è difficile!

Lo Zener è quindi un moderno, efficace e robusto stabilizzatore.

Non a caso il suo impiego è aumentato in maniera così sensibile.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 11, è disponibile a richiesta.

COMPONENTI

D1: Diodo rettificatore BYX10.
D2: Diodo Zener BZX79 C9V1.
C1: Condensatore elettrolitico da 1.000 μF/16 V.
C2: Eguale al C1.
C3: Condensatore a film plastico da 10.000 pF.
R: Resistenza da 220 ohm, ½ W, 5%.
Trasformatore: Primario 125/220 V, Secondario 9 V, potenza 2,5 W.
Accessori: Fusibile da 50 mA rapido, portafusibile, eventuale interruttore, eventuale lampada spia (vedi testo), cavo e spina di rete.
Attenzione: Il circuito stampato di questo apparecchio è in parte percorso da tensione di rete, così come il trasformatore ed il fusibile. Si raccomanda quindi di racchiuderlo in un contenitore in plastica e di fare molta attenzione a non toccare con le dita i punti soggetti alla rete-luce. 220 V, lo rammentino i lettori, possono folgorare!

RE 11

ALIMENTATORE PER IL LABORATORIO

Il piccolo alimentatore che abbiamo appena osservato nei suoi particolari può essere utile per sostituire le pile, che, lo ripetiamo, sono uno degli accorgimenti più malsicuri nell'ambito della sperimentazione e dello studio dei circuiti. Ci ha dato modo anche di vedere come lavora un diodo di Zener. Ha quindi una sua utilità.

Soffre però di due seri handicap; la tensione fissa (non sempre servono 9 V) e la corrente limitata (30 mA sono utili solo per circuiti che escludano stadi di potenza).

Non può quindi essere definito un « alimentatore di laboratorio » ma solo un apparecchio di utilità, anche se nel laboratorio trova molte applicazioni.

Descriveremo ora un vero « alimentatore di laboratorio » che ha tutte le caratteristiche per esser tale. Innanzi tutto prevede una doppia stabilizzazione; sia che vari la tensione di rete, sia che muti il carico, la Vout non cambia; l'uscita, diremo, per chi ha meno confidenza con i simbolismi.

Ha inoltre la tensione stabilizzata che può variare in un ampio arco, (ed in questo, punto per punto la stabilizzazione resta valida) cioè tra 6 V e 18 V. La corrente è poi tale da poter alimentare qualunque tipo di apparecchio sperimentale corrente: 1,5 A dalla minima alla massima tensione. Se non bastasse, l'apparecchio sopporta i cortocircuiti; l'uscita può essere direttamente interconnessa ed all'alimentatore non accade il minimo guasto, anche perdurando l'incidente.

Il primario del trasformatore di alimentazione (figura 54) ha una sola tensione: 220 V; ovunque disponibile oggi, in Italia.

Sul secondario sono previste diverse prese, perché l'alimentatore può anche essere realizzato per un arco di tensio-

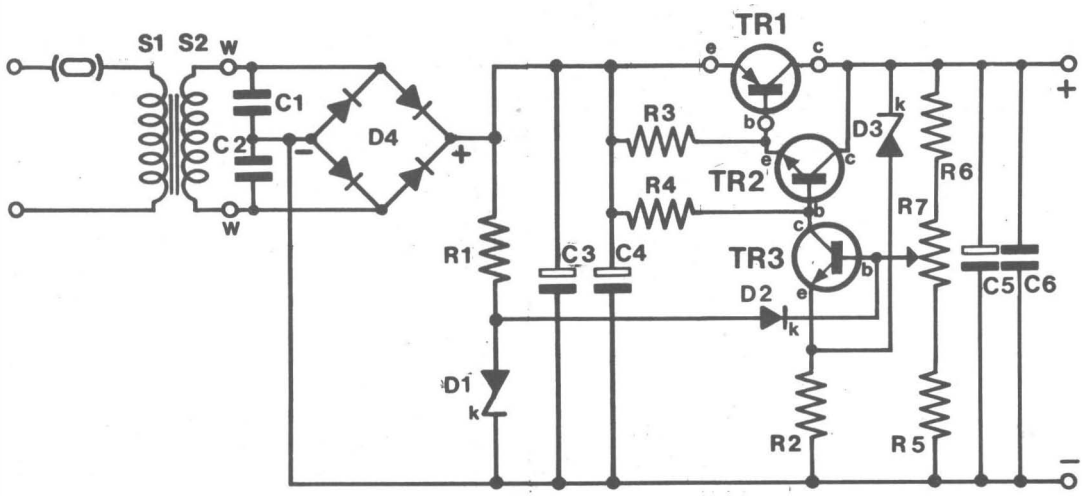


Fig. 54 **Schema elettrico generale.**

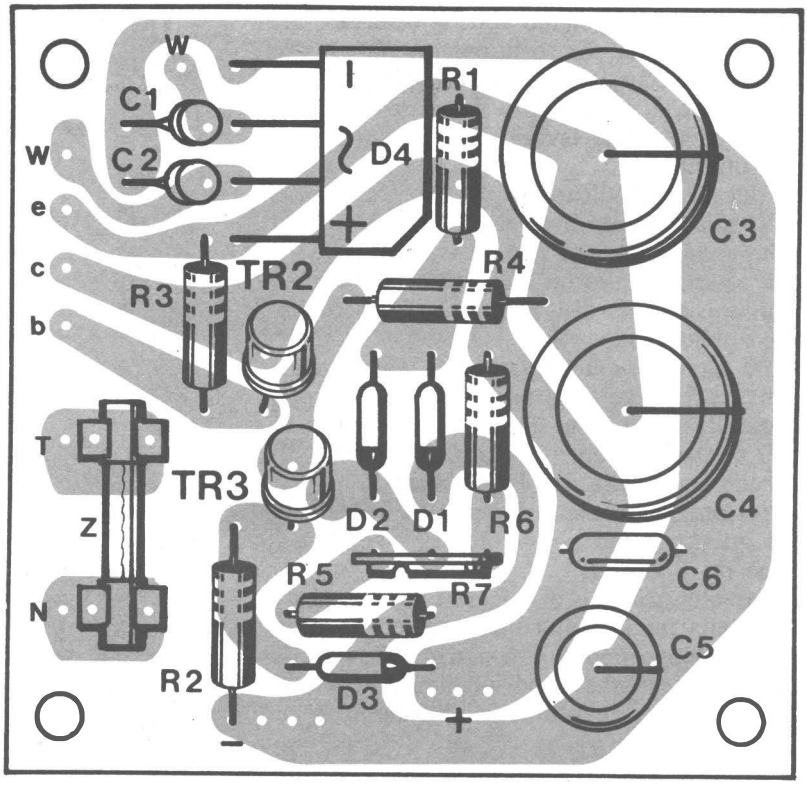


Fig. 55 **Basetta e disposizione dei componenti.**

ni minore di quello detto; e ciò al fine di poter regolare minuziosamente un valore preciso; è infatti più facile, poniamo, ottenere 8,715 V in una scala che vada da 6 a 9 V anziché in una che corra tra 6 e 16 V.

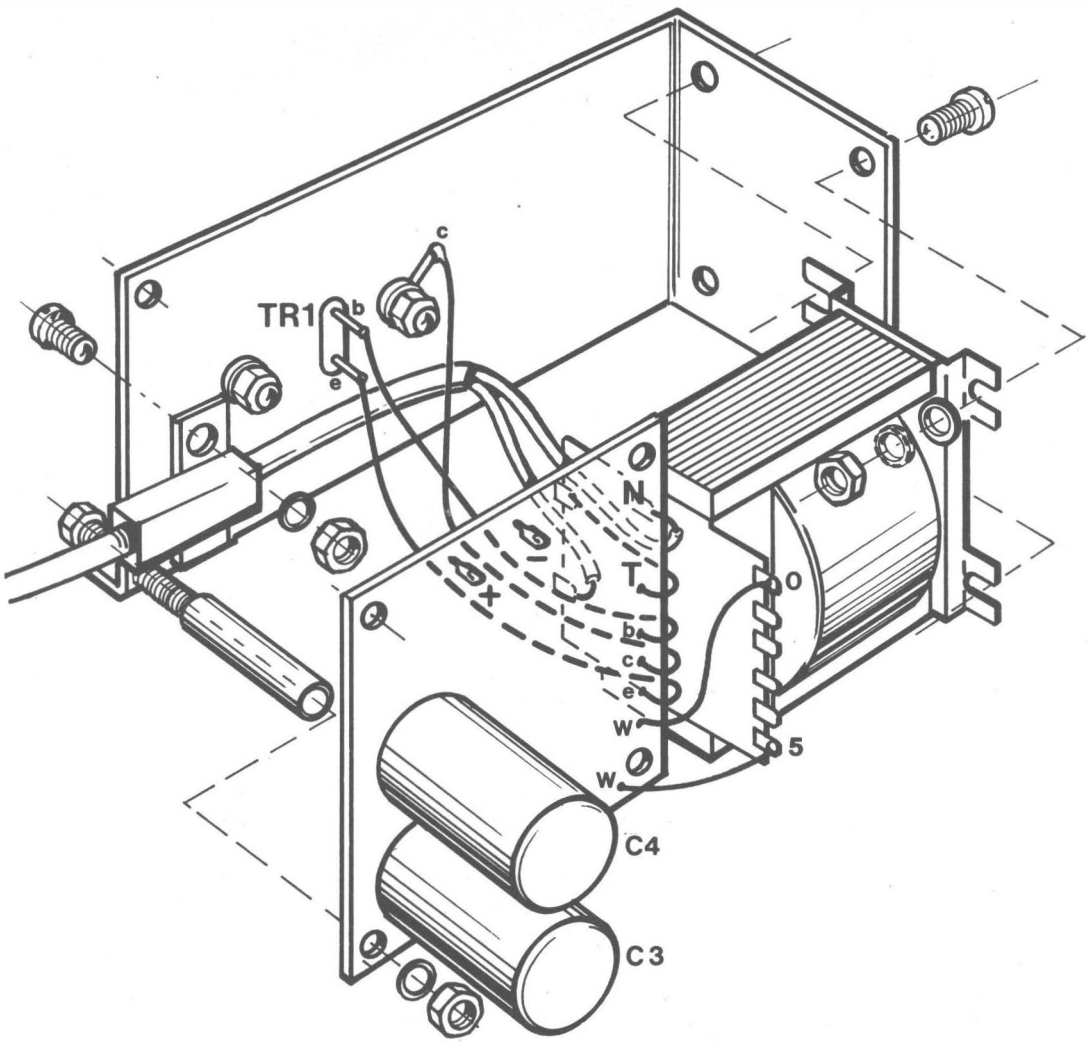
Delle due doti, noi però preferiamo la prima, ovvero la disponibilità di un ampio « ventaglio » di tensioni, e crediamo che anche il lettore sia del nostro parere.

Quindi consideriamo senz'altro la connessione ai capi « W-W » del secondario. Qui troviamo C1-C2 che servono per evitare i transistori, ed in parallelo a questi un ponte raddrizzatore, siglato D4, ma in effetti costituito da quattro diodi. C3 e C4 filtrano al tensione che proviene da quest'ultimo.

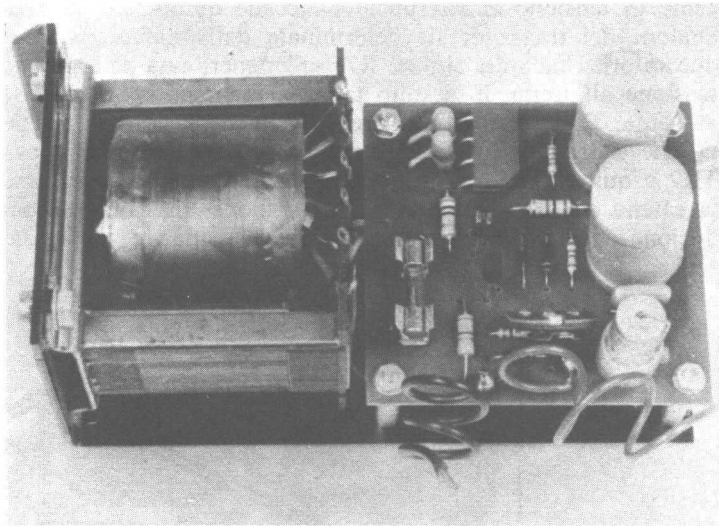
Ai capi dei condensatori è applicato l'intero sistema di regolazione elettronico. Come si nota, il detto è formato da due transistori al Silicio di piccola-media potenza, un transistore di potenza, tre diodi ed alcuni elementi resistivi. I transistori hanno una connessione che li rende amplificatori di corrente; in altre parole, una piccola variazione nella conduzione del TR3 diviene una forte variazione nel TR1. Si noti ora il sistema di polarizzazione del « pilota »: TR3.

Questo ha la base collegata ad un partitore che fa capo direttamente all'uscita, mentre all'emettitore si trova una sorgente di tensione di riferimento. Accade quindi che la conduzione del transistor sia determinata dalla differenza tra i due valori. Una volta situato R7 per ottenere una determinata tensione all'uscita, il circuito tende a mantenerla. Infatti, se aumenta, TR3 vede « un errore » tra la regolazione e la realtà, che si traduce in una diversa conduzione; essa influenza TR2 e quindi TR1; un accrescimento della Vout, attraverso la catena dei tre stadi avrà come reazione una minore conduzione del TR1 che si comporterà come una resistenza dal

Fig. 56



Piano generale per il montaggio delle varie parti.



Vista d'insieme del prototipo realizzato.

valore che aumenta. Di converso, un calo nell'uscita produrrà un effetto eguale e contrario; TR3 invierà un « messaggio » inverso, quindi tramite TR2, il TR1 calerà la propria resistenza interna permettendo il ristabilirsi della tensione desiderata.

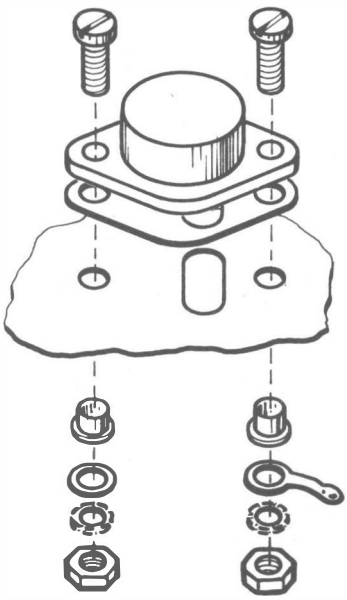
Il funzionamento autoregolante, entrerà in azione a velocità « elettronica », quindi in modo pressoché istantaneo, per qualunque aumento della rete-luce, aumento o diminuzione del carico. L'uscita si manterrà quindi costante.

In laboratorio, spesso, per un errore dovuto alla fretta di provare alcunché o per una giunzione di cavetti degli strumenti di misura, o per altra svista, purtroppo si verificano non di rado dei cortocircuiti. Con la classica scintillina che ne risulta, spesso salgono a Shockley, Bardeen e Brattain le anime dei transistor impiegati negli alimentatori; infatti i fusibili non hanno il tempo di intervenire per proteggere i circuiti. I semiconduttori hanno il vizietto di bruciare prima di qualunque fusibile per « rapido » che sia.

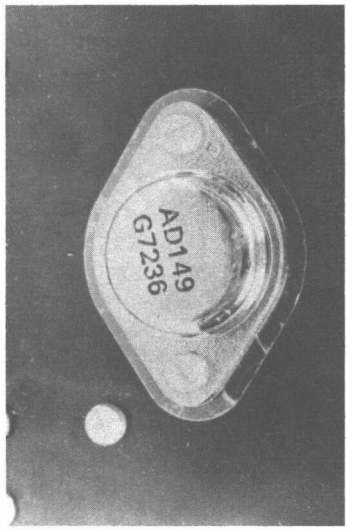
Occorre quindi un sistema più efficace, per proteggere l'alimentatore che serve in laboratorio, un sistema che lavori nell'ordine dei decimillesimi di secondo, e che comunque « scatti » prima che transistori possano danneggiarsi irreparabilmente.

In questo circuito, se all'uscita appare un carico . . . infinito, ovvero avente una resistenza di zero ohm o simili, un cortocircuito, insomma, la tensione crolla a zero. La differenza tra ingresso ed uscita, ai capi del sistema regolatore, sarà

Fig. 57



Schema di fissaggio per il transistor.



Semiconduttore opportunamente isolato mediante lastrina di mica

avvertita dal D2 che interdirà prontamente il TR3, questo a sua volta bloccherà il TR2 ed il TR1; quindi, all'uscita, permanendo il carico di cortocircuito, non sarà più inviata alcuna tensione, così come se il TR1 fosse tolto dal complesso.

Fatto interessante, non occorre un « Reset » per attivare l'alimentatore dopo che è stata eliminata la causa del cortocircuito, come in molti altri apparecchi. Lo stesso circuito che ha « visto » il sovraccarico assoluto, « vede » anche la normalizzazione e riportando TR3 alle normali condizioni di lavoro con la solita velocità permette l'immediato ripristino delle funzioni, con la regolazione iniziale, che non deve essere ritoccata.

Pur essendo un pochino più complicato di tanti altri apparecchi visti sin'ora, anche questo alla fin fine è piuttosto semplice, e basta un minimo di attenzione nel seguire le istruzioni che ora daremo per ottenere un risultato assolutamente positivo.

Divideremo il lavoro in due parti; il montaggio della basetta stampata (figura 55) e l'assemblaggio generale (figura 56).

E' ovvio iniziare dalla prima; comprende ogni parte del circuito diciamo « sensore » ad eccezione dello stadio di potenza: TR1.

Si cableranno subito le resistenze, ad eccezione di R7 (vedremo poi il perché) ed i condensatori non polarizzati. Si potrà poi mettere in loco il ponte siglato « D4 »; questo

reca uno scalfo sull'involucro che corrisponde al lato positivo. Bisognerà fare la massima attenzione al giusto verso di connessione, perché il D4 inverso potrebbe danneggiare varie parti istantaneamente, all'atto dell'accensione.

Con altrettanta cura verranno cablati i diodi D1-D2-D3; il lato « catodo » di questi è facilmente identificabile, perché distinto da fascette colorate. TR3 e TR2 hanno un lato piatto che serve per distinguere i terminali. Ad evitare ogni errata inserzione, si veda bene la figura 55; in questa, la sagoma dei transistori è accuratamente riportata con il lato piatto orientato nella giusta direzione. Coniando con cura l'orientamento, non possono verificarsi errori.

La basetta terminerà infilando al loro posto C3, C4, C5 e saldando i relativi reofori dopo aver ben controllato la polarità. Abbiamo lasciato questi per ultimi perché la loro mole, maggiore di quella degli altri componenti, sarebbe stata di impedimento per un lavoro comodo.

Così, la basetta è ultimata, salvo per ciò che concerne R7.

La si può mettere da parte per un momento e darsi all'assemblaggio meccanico.

Sul supporto metallico in alluminio scuro (anodizzato) che servirà da base generale (figura 56) si potrà innanzitutto montare il trasformatore di alimentazione, che andrà a posto mediante quattro bulloncini « M4 » muniti di rondelle grower e ranelle elastiche. Il trasformatore verrà orientato con le connessioni del primario verso lo chassis metallico e quelle del secondario « in alto ».

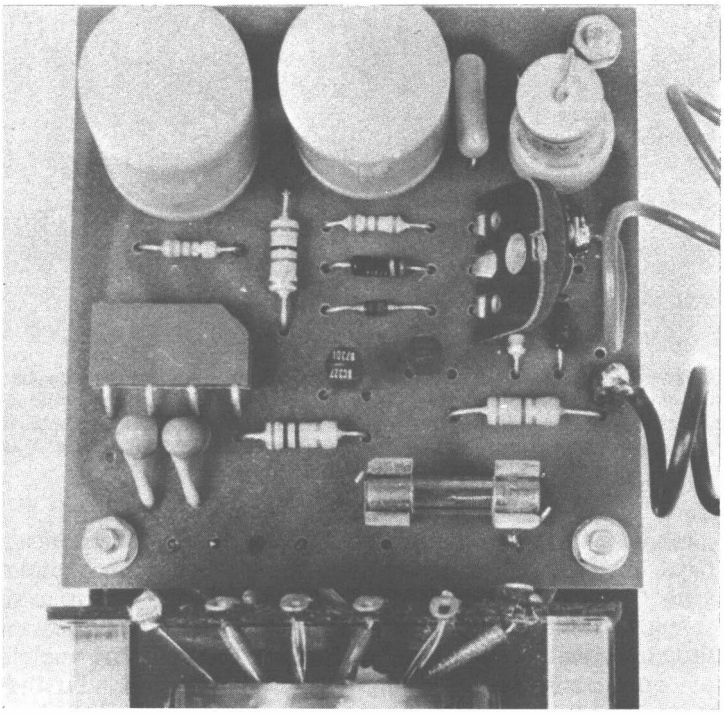
Se le connessioni del primario minacciano di andare in corto toccando la lamiera, su questa può essere stesa una striscia di nastro telato adesivo.

Si fisserà ora il cordone di rete, ed un capo di questo, sarà subito saldato ad un terminale del primario.

Il TR1 impiega lo chassis-contenitore come « washer » o radiatore; lo si monterà quindi come indica la figura 57. Dal « di sotto » si infileranno i passantini in plastica scura; contemporaneamente, sull'opposto lato, si sistemerà la lastrina in plastica che isola la carcassa dell'AD149. Ora, il transistor potrà essere appoggiato in loco approfittando della centratura data dagli isolanti. Le viti, munite di rondelle, ed una di paglietta-contatto, completeranno la fase del lavoro.

Tre spezzoni di filo dai colori diversi saranno saldati alla base; all'emettitore ed al collettore del TR1; due, anche dall'identico colore, ai terminali « W-W » del secondario. Altri tre, infine, di colore ancora una volta diverso, saranno connessi ai terminali del trimmer R7, che come ricorderete, non abbiamo ancora montato.

Ora il lavoro sulle parti « divise » è terminato, ed occorre fissore la basetta allo chassis. Si impiegheranno quattro distanziali alti 20 mm, con viti passanti lunghe 25 mm, dadi e rondelle. Prima di eseguire questa operazione, però è utile effettuare le connessioni « basetta-chassis », che in seguito risultano meno facili. I fili provenienti dal TR1 andranno alle rispettive linguette siglate appunto « E-B-C ». Il capo ri-



Il trimmer potenziometrico che regola la tensione (a destra nella foto) può essere utilmente sostituito da un potenziometro normale, unito allo chassis mediante conduttori flessibili, ed esterno a questo.

masto libero del cavo di connessione di rete verrà saldato al terminale N del fusibile; l'altro lato di questo, « T », andrà al terminale del primario del trasformatore del pari rimasto libero: attenzione però.

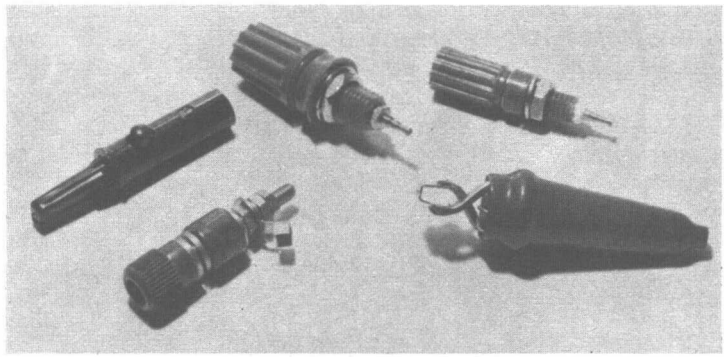
Questo progetto non prevede un interruttore, che peraltro sarebbe utile. Se lo si vuole inserire, il punto giusto sarà quello predetto, tra « T » del fusibile ed il primario.

Per finire, i contatti del secondario del trasformatore saranno portati ai punti « W-W » della basetta, mediante idonei spezzoncini di filo, previsti in precedenza.

A questo punto si controllerà con scrupolosa, anzi pignola attenzione tutta la filatura, tenendo sott'occhio le figure 55 e 56. Se una duplice verifica non rivelerà alcuna disattenzione. La basetta può essere serrata definitivamente al suo posto.

L'ultima operazione di montaggio sarà cablare R7 ai fili ancora abbandonati; si faccia attenzione al cursore, che non deve essere scambiato con uno dei capi esterni.

Sia a vuoto che al massimo carico, proprio per l'effetto della buona regolazione automatica che abbiamo analizzato, questo alimentatore può erogare una tensione minima di circa 6 V ed una massima di poco più di 18 V. Per passare dal



L'alimentatore potrà essere completato collegando alle sue uscite delle boccole per prelevare senza difficoltà la tensione. Preparando inoltre dei cavetti facenti capo a « coccodrilli » si potrà alimentare senza problemi qualunque apparecchiatura.

minimo al massimo (la progressione è lineare, senza alcun balzo di tensione) si ruota R7. Come abbiamo visto, questo è un trimmer potenziometrico, ed è tale perché in certi casi, invece di desiderare una tensione variabile in continuità, serve solo un valore ben determinato. Se è così, R7 sarà ruotato per quel tanto che determina 9 oppure 12, o 15 V all'uscita; o ciò che si preferisce. Poi sarà bloccato e, tolti i fili, rimontato sulla basetta.

Se invece, come è assai più probabile, si opta per il controllo continuo della tensione, il trimmer sarà eliminato ed al suo posto si monterà un potenziometro da 470 ohm a carbone, lineare.

Poiché R7 dissipa una potenza trascurabile, il potenziometro potrà essere di qualsiasi tipo, anche miniatura.

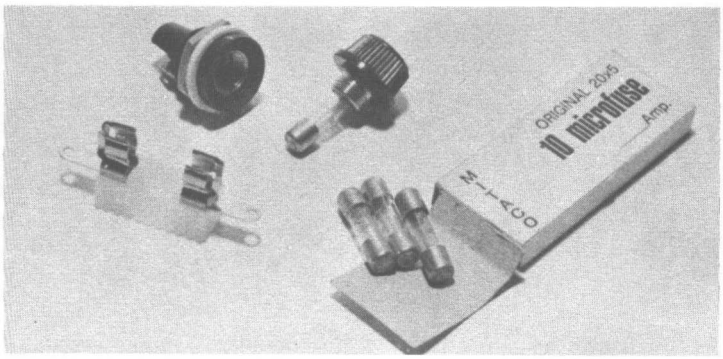
Prima di dare un carico all'alimentatore, è necessario tener bene presente che l'amperaggio del massimo varia leggermente, dalla minima alla massima tensione. Infatti da 6 a 9 V si potrà ricavare 1 A; da 9 a 12 V la corrente salirà a 1,25 A; oltre 12 V e fino al massimo sarà di 1,5 A.

Un sovraccarico non molto severo, sulla base del 10%, non produrrà alcuna rottura ma solo un certo riscaldamento in eccesso. Un carico sproporzionato alle prestazioni invece darà luogo ad instabilità nella tensione, mentre il fusibile s'interromperà dopo un certo tempo.

Il cortocircuito, come abbiamo visto, blocca semplicemente l'apparecchio, che non viene danneggiato nemmeno se si lascia l'uscita in queste condizioni per ore.

Noi abbiamo tenuto l'alimentatore in prova al massimo carico ed alla massima tensione per 12 ore, ed a parte un riscaldamento non eccessivo dello chassis-radiatore non si è riscontrato il minimo difetto o variazione nelle prestazioni.

Questo alimentatore, può ottimamente funzionare così com'è, e nell'ambito del laboratorio fornirà ottime prestazioni. Non v'è cosa che non possa essere migliorata, comunque,



L'alimentatore descritto è provvisto di fusibili per la protezione da sovracorrenti. Sarà buona norma dello sperimentatore avere sempre fra le scorte di laboratorio un buon numero di fusibili di diverse caratteristiche.

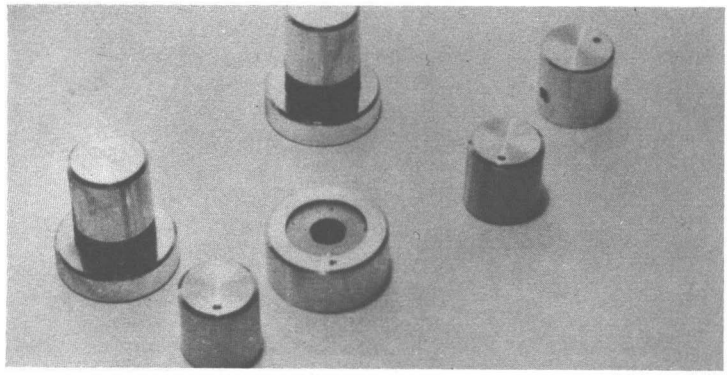
in elettronica e al di fuori di questa. Quindi, anche l'alimentatore trattato è suscettibile di perfezionamenti. Uno, lapalissiano, è quello dell'interruttore; l'altro è il potenziometro messo al posto del trimmer: qui però vi è un interrogativo; dove si può fissare il controllo? Nasce immediatamente, così, la necessità di un pannello da applicare sul lato minore dello chassis, in verticale, che può reggere potenziometro, interruttore, e magari una spia di rete costituita da una lampada al Neon posta in parallelo al primario del T1 come per il piccolo alimentatore già visto.

Detto pannello può essere trattenuto dalle stesse viti che fissano il trasformatore, e per l'estetica può avere misure parallele al lato maggior dello chassis: 135 per 70 mm.

Adottando il rettangolo in alluminio, vi si potrebbero sistemare anche le boccole o meglio, i serrafili di uscita; in alto, potrebbe rientrarvi il complemento principe di un apparecchio del genere: un voltmetro che misuri la tensione di uscita. Detto, per un fondo-scala di 20 V può essere realizzato con un milliamperometro giapponese in plastica da 2 mA f.s. recante la scala 0-20; una resistenza da 10.000 ohm, ½ W, 2% posta in serie ad esso, lo adeguerà alla tensione. Un terminale della resistenza andrà all'uscita, il capo libero dello strumento all'altra; se durante la prima prova l'indice andasse « al contrario », battendo all'arresto dell'inizio della scala, a sinistra, la connessione sarebbe inversa rispetto alla polarità; quindi i terminali dovrebbero essere scambiati tra di loro. Non quelli dell'alimentatore, è ovvio, ma quelli del misuratore!

Anche in questo srumento, la zona dei collegamenti relativa al fusibile, al primario del trasformatore, all'eventuale interruttore, è a 220 V, quindi suscettibile di folgorare chi, abituato alle basse tensioni in gioco sui normali dispositivi transistorizzati, vi avventurasse imprudentemente le dita.

Attenzione quindi. Cautela!



Alla fine del montaggio la realizzazione potrà poi essere raffinata sistemando il tutto in un contenitore. Per una più agevole regolazione della tensione, si sistemeranno delle manopole agli alberi dei potenziometri.

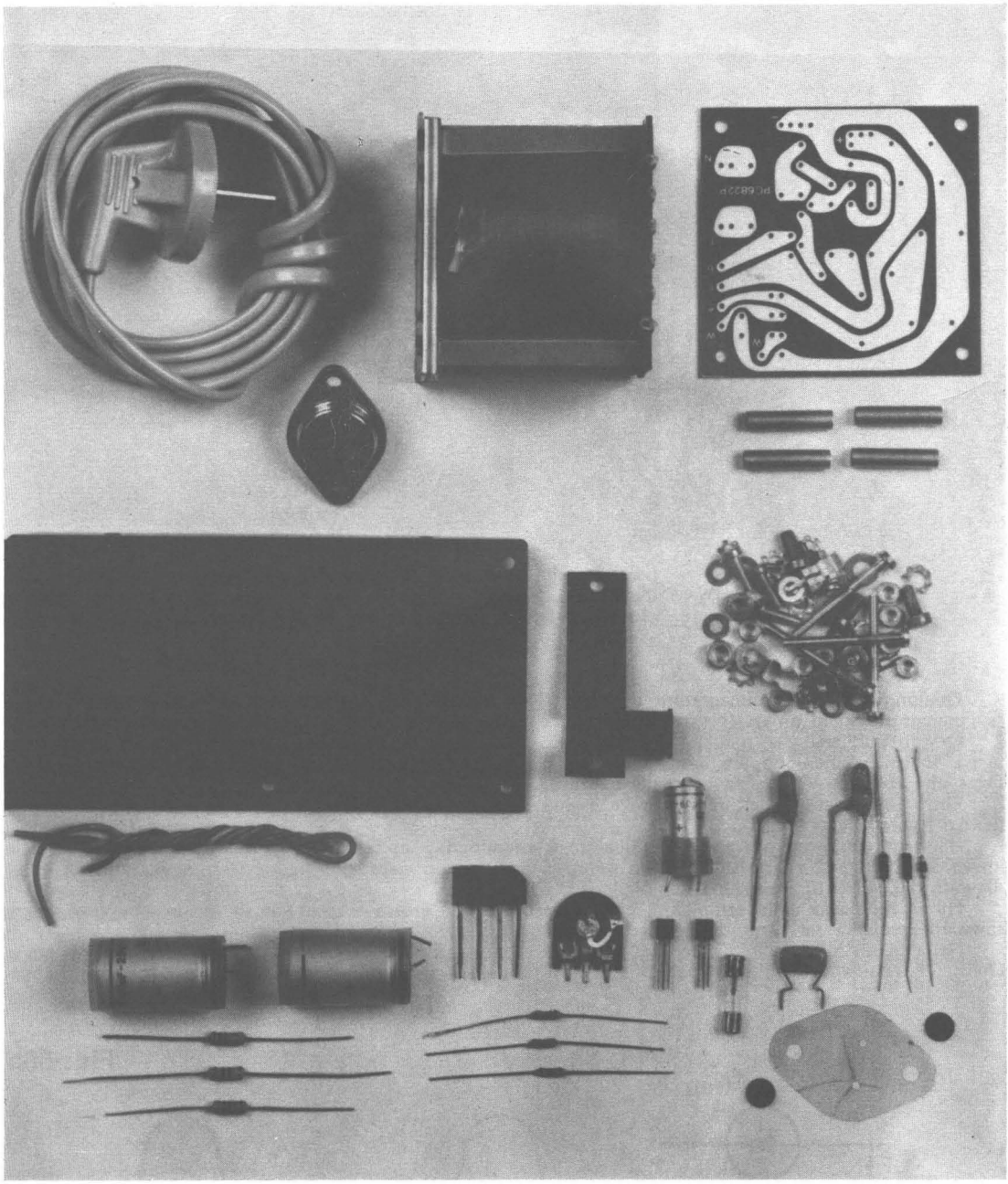
COMPONENTI

C1: Condensatore ceramico da 5.600 pF/750 V.
C2: Eguale al C1.
C3: Condensatore elettrolitico da 1.000 μF/25 V.
C4: Eguale al C3.
C5: Condensatore elettrolitico da 80 μF/25 V.
C6: Condensatore in film plastico da 10.000 pF.
R1: Resistenza da 8.200 ohm, ½ W, 5%.
R2: Resistenza da 270 ohm, ½ W, 5%.
R3: Resistenza da 10 ohm, ½ W, 5%.
R4: Resistenza da 1.000 ohm, ½ W, 5%.
R5: Resistenza da 680 ohm, ½ W, 5%.
R6: Resistenza da 220 ohm, ½ W, 5%.
R7: Vedi testo. Trimmer potenziometrico o potenziometro da 470 ohm, lineare, dissipazione non importante.
TR3: Transistore BC549.
TR1: Transistore AD149, Philips.
TR2: Transistore BC327.
D1: Stabistor mod. BZX 75/C2V1.
D2: Diodo al Silicio rapido BAX15 (colori: marrone, verde).
D3: Zener BZY88 - C3V3.
D4: Ponte rettificatore modello BY164.
T1: Trasformatore di alimentazione da 25 W.
Primario: 220 V. Secondario: 16 V, 2 A.

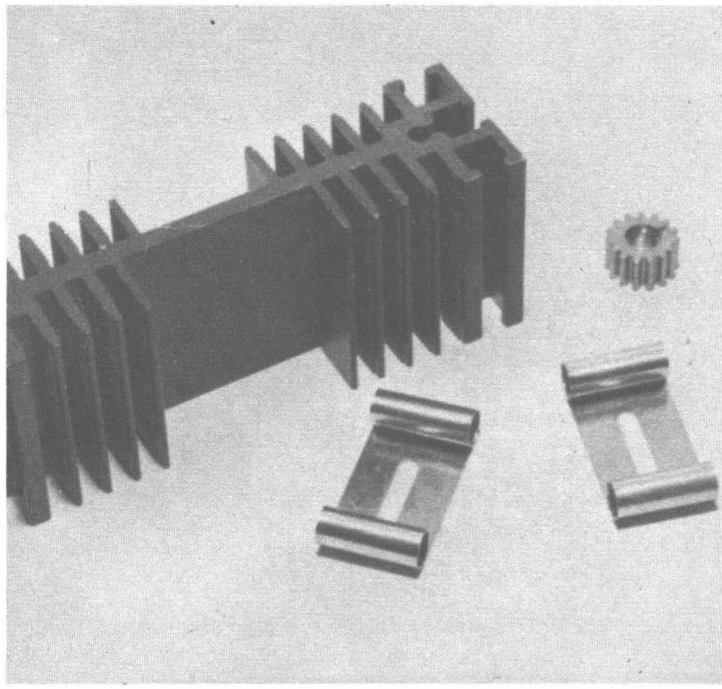
Accessori: piastra raffreddante per il TR1 che serve da chassis, isolamento per il TR1, filo e spina di rete con fissaggio. Fusibile rapido da 125 mA. Viteria e distanziatori. Circuito stampato.

Eventuali accessori: interruttore unipolare di rete, spia al Neon per 220 V con resistenza incorporata, serrafili di uscita, voltmetro da 20 V fondo scala (vedi testo), manopola per R7; pannello supplementare.

RE 12



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 12, è disponibile a richiesta.



I semiconduttori sono molto sensibili alle sovratemperature d'esercizio. Negli alimentatori, dove correnti e tensioni sono talvolta elevate, è buona norma fare uso di dissipatori.

. Qualunque tipo di alimentatore di « rete » per apparecchi transistorizzati, stabilizzato o non, si basa innanzitutto su di un trasformatore che riduce la tensione al valore richiesto, poi su di un rettificatore.

Questo può essere a ponte, come nel caso dello schema di figura 54, a doppia semionda, come nella figura 46 (interfonico) oppure a semionda, quel circuito ovviamente più semplice ma non privo di svantaggi, che abbiamo visto al lavoro nella figura 52.

Potrà interessare al lettore un breve esame di questi schemi, sempre sul piano dell'apprendimento teorico legato alla pratica.

Il circuito di principio per il rettificatore a « semionda » appare nella figura 58; esso, per ogni ciclo intero della rete-luce rende all'uscita un semiperiodo, come si vede nella figura 58/b, la polarità del quale dipende dal verso di inserzione del diodo « D ».

Ha il vantaggio della semplicità, cui fa riscontro una grossa percentuale di ronzio, che deve essere spianato mediante un filtro dotato di condensatori dal valore importante.

Nella figura 59 possiamo osservare un rettificatore a doppia semionda, detto anche « ad onda intera ». Questo, è l'equivalente a stato solido del raddrizzatore impiegato in tutti i radioricevitori e negli appa-

Fig. 58

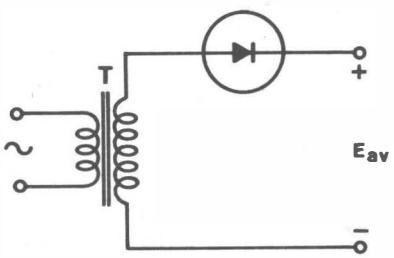
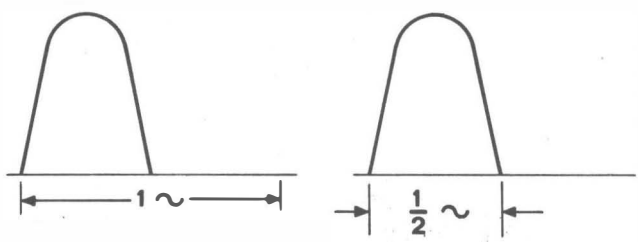
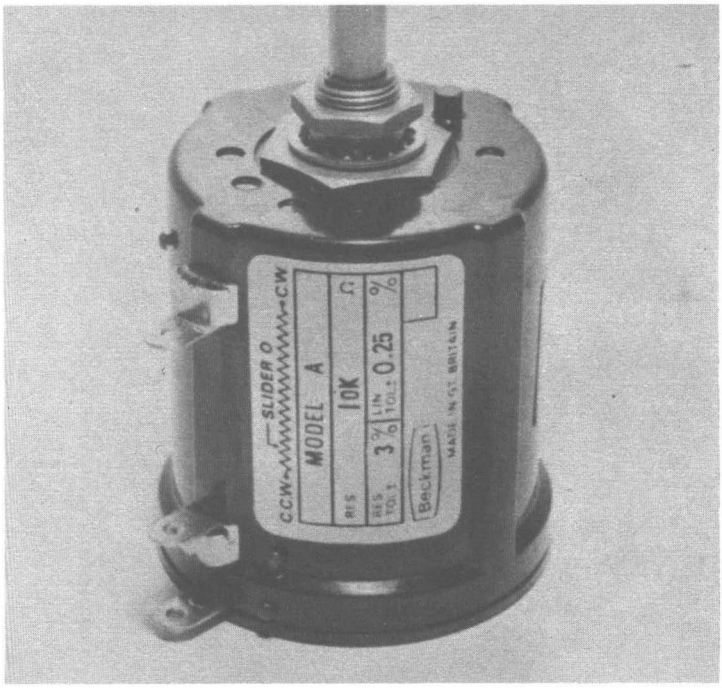


Fig. 58b





Reostati come il modello riprodotto nell'illustrazione, per la loro elevata linearità e per l'ottima tolleranza, sono impiegati negli alimentatori professionali.

recchi TV a tubi di alcuni anni addietro.

Per il funzionamento richiede un trasformatore dal secondario con presa centrale, quindi doppio in pratica, rispetto al precedente. Il vantaggio offerto, è un ronzio ridotto del 65% rispetto al precedente, con una relativa minore necessità di filtraggio e spianamento.

Un lato interessante da valutare, andando dal « semionda » al « doppia semionda » è che nel primo tutta la corrente richiesta dal circuito deve attraversare l'unico diodo presente, mentre in questo ogni diodo sopporta la metà della Ir.

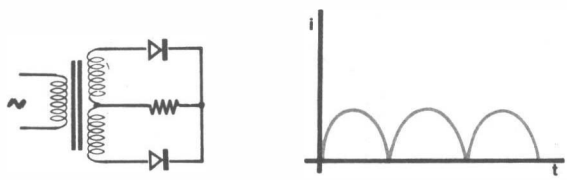
Un rettificatore ancor migliore e più elaborato, è quello a ponte, esemplificato nella figura 60, che abbiamo visto all'opera nell'alimentatore a tensione variabile.

Questo non richiede un secondario del trasformatore a presa centrale, ma impiega quattro diodi o analogo ponte premontato.

Dato che il costo dei diodi e dei ponti è progressivamente diminuito, mentre quello dei trasformaotri è in aumento a causa del prezzo del rame, e di più, della mano d'opera, il ponte è oggi preferito.

Il ragionamento potrebbe sembrare oscuro, ma sarà subito comprensibile dicendo che basta un « mez-

Fig. 59



Sempre per migliorare la dissipazione termica, si potrà sistemare fra i semiconduttori ed il dissipatore, del grasso ai siliconi che migliorerà la conducibilità termica.

zo avvolgimento » rispetto al secondario di figura 59, per ottenere la medesima tensione ed una minor percentuale di ronzio.

Tutti i rettificatori visti in precedenza, per divenire praticamente impiegabili come alimentatori necessitano di filtri spianatori che rendano la corrente pulsante, corrente continua.

I filtri possono essere di due tipi, fondamentalmente: a ingresso induttivo ed a ingresso capacitivo. Il più semplice e comunemente usato è il secondo, particolarmente quando in gioco vi sono basse tensioni.

Il condensatore è praticamente posto in parallelo alla tensione pulsante, e si carica al valore di picco di ogni semiperiodo durante il quale il diodo conduce: figura 58/b.

Poiché il condensatore deve fare in qualche modo « da volano » fornendo al circuito utilizzato la F.E.M. immagazzinata nel periodo della conduzione, esso deve essere tanto più grande per quanto è ru-

Fig. 60

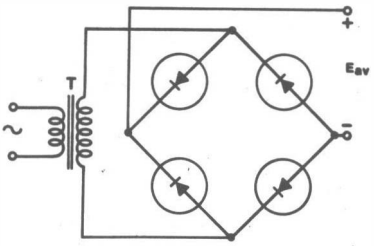
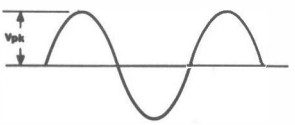


Fig. 61



I contatti dei potenziometri e dei commutatori devono essere puliti periodicamente. Lo sporco potrebbe causare falsi contatti. Si consiglia l'uso di apposite soluzioni vaporizzate.

dimentale il sistema raddrizzatore. La funzione è dimostrata dalle figure 62 e 63, ove per un medesimo condensatore si nota quanto siano differenti le tensioni di uscita in un circuito a semionda ed a ponte.

Se ne ricava che il rettificatore a ponte, rispetto agli altri consente:

a) Un risparmio nel costo del trasforamtore.

b) La possibilità di utilizzare un filtro di minor valore per lo stesso spianamento.

Comunque, ove sia tollerato un certo andamento pulsante in uscita, o la corrente ricavata dal raddrizzatore non sia ingente, anche gli altri sistemi di rettificazione possono essere accettati; ma se si vuole migliorare al limite il filtro è da tener presente che un condensatore da qualche migliaio di µF scarico, è praticamente un cortocircuito per il sistema che lo alimenta, seppure in un tempo limitatissimo. Quindi non si può supplire, anche volendolo, alla scarsità di filtro aumentando all'infinito, i condensatori, altrimenti avvengono spiacevoli inconvenienti.

Solo per completezza, nella figura 64 riportiamo il filtro con ingresso induttivo, che usualmente è impiegato per circuiti ad alta tensione, quindi lontani dai nostri interessi.

Fig. 62

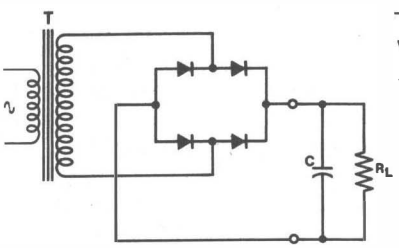


Fig. 63

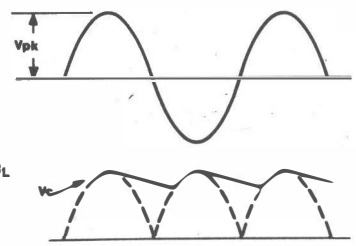
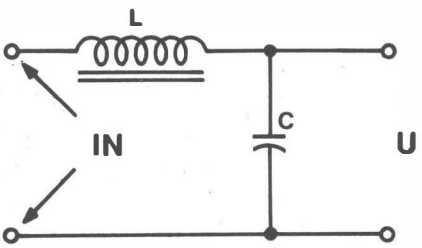


Fig. 64



GLI EFFETTI LUMINOSI

Poiché gli sceneggiatori dei film di fantascienza tendono ad esprimere la tecnica più evoluta, non trascurano di inserire in ogni ripresa possibile dei lampeggiatori. In qualunque pannello « di fondo » FS, appartenente ad una centrale di tiro o stazione di avvistamento, satellite o « Base Terra » eccola là! La luce che brilla, accenna a spegnersi, rinasce, splende, si ripete si ripete, si ripete all'ossessione.

Pannelli interi lampeggiano con andamento sinuoso come mostruosi alberi di Natale; se una spia si spegne qui, due brillano là.

« Modernatica »? Certo, ma fantascienza? A misura di molte realtà.

Chi possa visitare qualunque grande impianto industriale, cementifero, elettronico, metallurgico, chimico o grafico, non può non essere colpito dalla sezione « banchi di comando » dove sfavillano continuamente innumerevoli lucine che per ogni fase di lavoro automatizzata si accendono e si spengono sopra le scritte « Carry » e « Reset » e « Drive On » e « Error » o « Full » o « Empty » . . .

Gli operatori le hanno sempre sott'occhio, e nel loro bianco camice sfarfallante premono qui e là i pulsanti adatti a far procedere l'implacabile catena di montaggio, a seconda delle segnalazioni.

Sì, oggi è questo il vero lavoro industriale: la macchina, « servo » dell'epoca, segnala come stanno andando le cose con spie lampeggianti, e le spie lampeggianti consentono al superuomo in bianco di programmare il lavoro dell'immen-

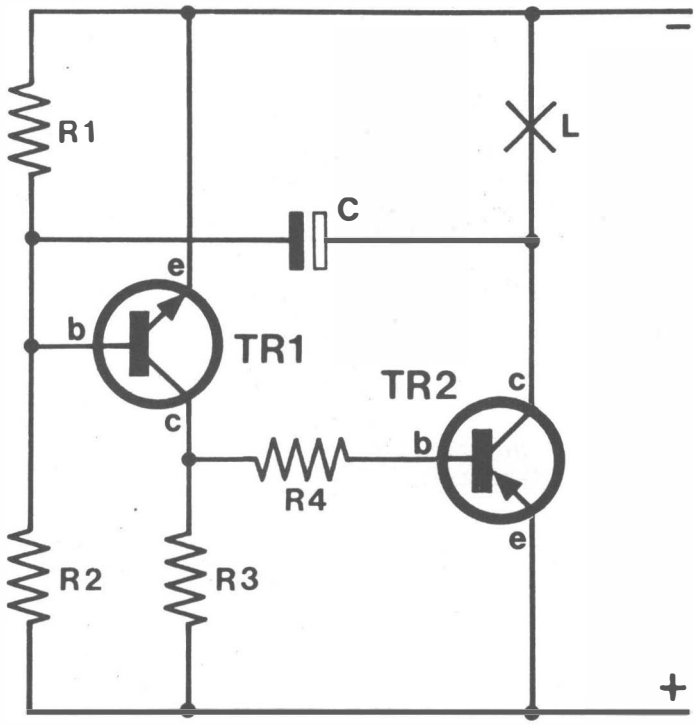


Fig. 65

Schema elettrico generale.

so, forse pauroso complesso automatizzato.

Ponderosi manuali dalle centinaia (ne conosciamo uno dalle migliaia) di pagine, trattano l'elettronica industriale. E la trattano per sommi capi, dato che serve non un manuale per comprenderla, ma una libreria.

Non possiamo quindi avere l'illusione di esporre in poche pagine, in qualche centinaio di righe, l'elettronica delle macchine. Ma una esemplificazione non potevamo trascurarla; quindi, nel nostro pensiero didattico tratteremo qui tre automatismi; due sono segnalatori lampeggianti, uno è adatto per molte funzioni: rivelatore di luce, calore, contatto ed altro.

Non molti anni addietro, quando necessitava attirare l'attenzione umana su di una luce lampeggiante (come è noto questa è molto più evidente di una segnalazione fissa di pari intensità) si impiegavano congegni bimetallici. In altre parole la lampadina era fatta funzionare ad impulsi per via di un sistema di contatto intermittente costituito da una resistenza collegata per via termica ad una lamina realizzata mediante due metalli saldati dalla diversa dilatazione ter-

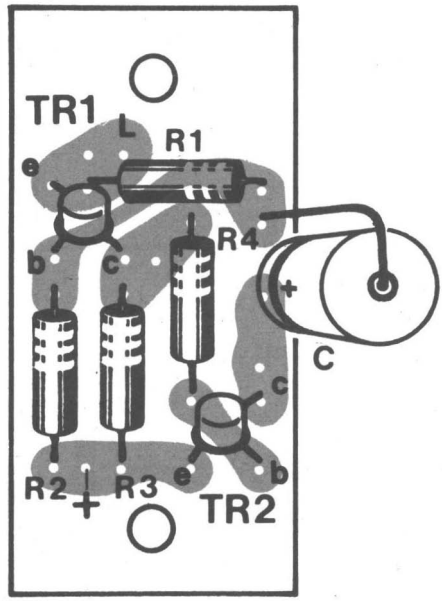


Fig. 66

Basetta e disposizione dei componenti.

mica.

Allorché i due metalli scaldati contendevano per la dilatazione, la lamina non poteva che piegarsi, quindi toccare il contatto e far accendere la lampadina; avveniva però che in tal modo si staccasse l'alimentazione, sicché il bimetallo tornava a riposo e la lampadina si spegneva, pronta ad un nuovo ciclo di operazione.

Questo sistema aveva un grosso svantaggio: oltre ad alimentare la lampada, l'energia disponibile doveva azionare la resistenza del bimetallo, con un grosso dispendio di energia. Né migliori erano i sistemi indicatori a valvole, dovendo prevedere un riscaldamento per il catodo, una elevata tensione anodica ed un circuito costoso.

Con l'avvento dei transistori la situazione è mutata. In meglio.

Bastano pochissime parti per far lampeggiare una lampadina di avvertimento, e costano poco. Inoltre l'energia assorbita è poco più consistente di quella che serve per la lampada medesima. Un esempio di simile dispositivo appare nella figura 65, ed ora lo commenteremo.

Mediante due transistori si può far lampeggiare una lampadina ad incandescenza 60 volte al minuto primo. Il tempo in cui la lampadina rimane spenta è più lungo di quello in cui si accende, quindi si ha un risparmio di energia anche se l'indicazione rimane evidentissima.

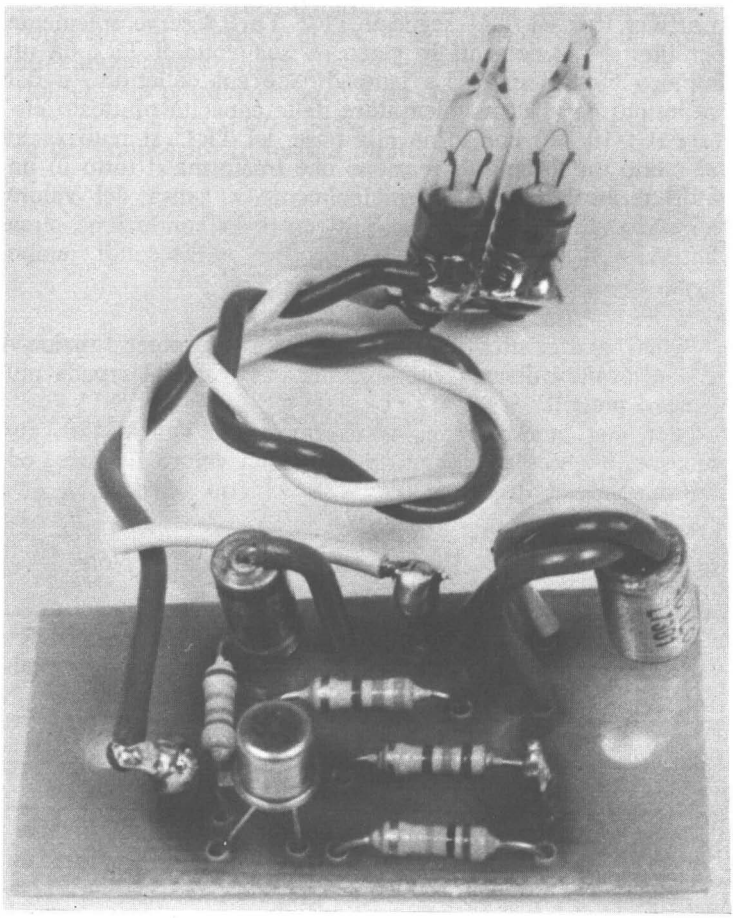
Mentre la lampadina è spenta, l'assorbimento del complesso è trascurabile a differenza dai circuiti elettromeccanici.

Se il lampeggiatore non è inserito in un complesso da pannello, ma munito di una pila autonoma, questa ha una vita notevolmente lunga.

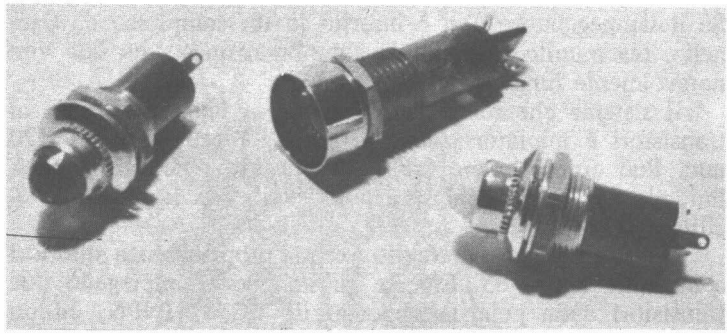
Il sistema che rende lampeggiante la lampada, grazie ai transistori è miniaturizzato: ha un ingombro di 40 per 20 mm. Può quindi essere facilmente inserito anche in modellini, plastici, apparecchiature preesistenti con la massima facilità.

Ma esaminiamo il circuito vero e proprio senza ulteriori commenti: figura 65. Emerge subito che si impiegano due transistori dalla polarità opposta: un BC107 (NPN) ed un AC128 (PNP).

Abbiamo già visto gli amplificatori « complementari » a connessione diretta: figura 11, e di qui all'oscillatore il passo è semplice. Basta raccordare l'uscita all'ingresso mediante un opportuno circuito di reazione ed avviene l'immancabile innesco.



Prototipo a montaggio ultimato.



Luci spia di diverse colorazioni. Questi modelli possono essere collegati al lampeggiatore.

Il che può essere dimostrato da questo schema.

TR1 è polarizzato dalle R1-R2, che ne curano la stabilità, e reca come carico la R3; si tratta quindi di uno stadio classicissimo. Poiché due transistori dalla polarità diversa possano essere accoppiati direttamente, senza condensatori o artifici vari, al TR1 segue il TR2. La R4 serve solamente per limitare le correnti in gioco. A sua volta il TR2 ha un impiego classicissimo. La lampadina è sul collettore, e dal medesimo parte un condensatore dalla capacità piuttosto elevata (C: 10 μF) che torna alla base del TR1; si realizza in tal modo un sistema di reazione che trasforma il tutto in un multivibratore astabile. Principalmente a causa del valore del « C », l'innesco è lento, TR2 entra in conduzione circa una volta al secondo e conduce per 360 millisecondi, tempo in cui la « L » si accende.

Una caratteristica di questo dispositivo è poter funzionare con tensioni diverse, quindi poter controllare lampade più o meno potenti.

Per non incorrere nel surriscaldamento dell'AC128, comunque, è necessario aggiustare qualche valore il gioco, ed allora possiamo tracciare uno « specchietto »; eccolo:

Alimentazione V	R2	R4	*Lampadina*	*Note*
4,5	100.000	In corto	4 V - 0,3 A	Al posto della R4 si userà un cavalletto in filo.
6	100.000	330 ohm	6 V - 0,45 A	—
9	220.000	330 ohm	8 V - 0,45 A	—
12	220.000	330 ohm	12 V - 5 W	Sul TR2 è necessario infilare un radiatorino alettato.

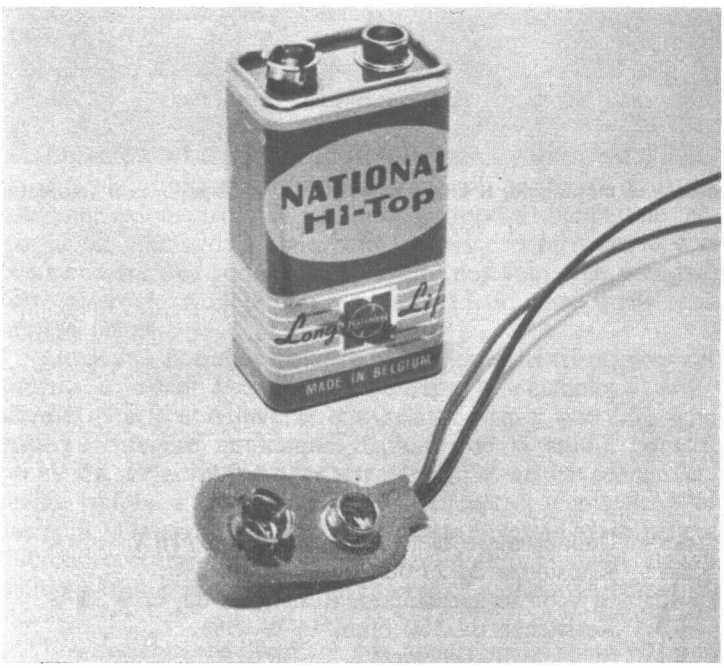
Di tutti gli apparecchi che abbiamo trattato sin'ora, questo è probabilmente il più facile da costruire: bastano sette parti per completarlo.

La basetta stampata appare nella figura 66, e durante il cablaggio si deve badare solamente alle connessioni dei transistori ed alla polarità del condensatore. L'AC128, come di solito dovrà avere le connessioni piuttosto lunghette, ad evitare rotture termiche.

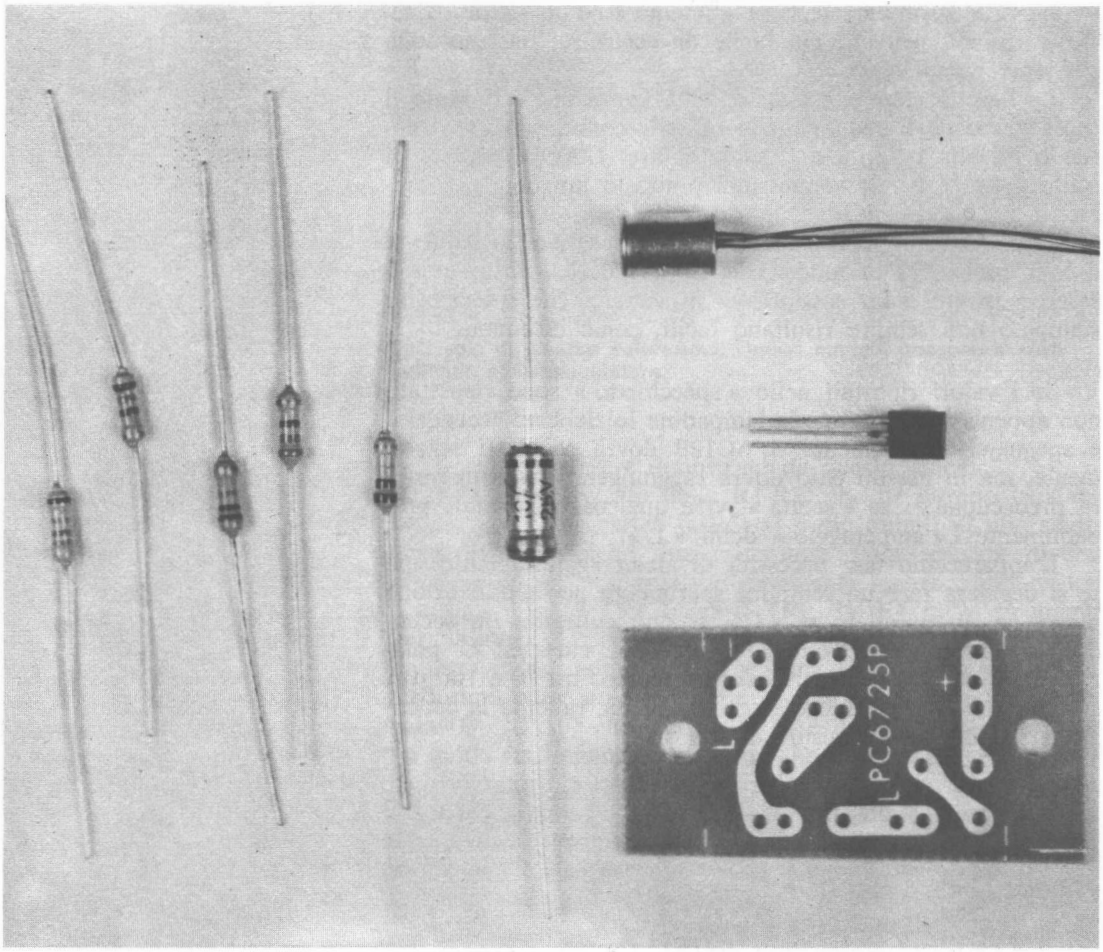
Prima di cablare R2 ed R4 è bene scegliere la sorgente di alimentazione, in modo tale da adeguarle subito e non essere costretti a far sostituzioni in seguito, che sul circuito stampato non sempre risultano facili, come dicemmo.

Se i valori riportati nello « specchietto » sono rispettati, non appena data tensione la lampadina inizierà ad accendersi e spegnersi ritmicamente. L'AC128 dovrà scaldarsi leggermente, ma in nessun caso dovrà raggiungere una temperatura preoccupante: se « scotta », vi è qualcosa di errato; probabilmente l'« amperaggio » della « L ».

L'apparecchio non necessita di alcun aggiustamento, ma se si desidera fare un semplice sperimento per soddisfazione personale, in parallelo al « C » si può collegare un secondo condensatore elettrolitico « volante », curando la polarità. Questo potrà avere un valore compreso tra 10 e 100 μF; si noterà che per quanto cresce la capacità, rallenta la cadenza del lampeggio. In misura diretta.



Alle connessioni di alimentazione del lampeggiatore può essere applicato un clip per consentire l'uso di batteria a 9 V, di ridotte dimensioni.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 13, è disponibile a richiesta.

RE 13

COMPONENTI

C: Condensatore elettrolitico da 10 μF/16 V.
R1: Resistenza da 27.000 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Si veda lo specchietto. Resistenza da ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 560 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Si veda lo specchietto. Resistenza da ¼ W, 5%.
TR1: Transistore BC107, oppure BC108.
TR2: Transistore AC128.
L: Lampadina ad incandescenza, si veda lo specchietto.

LAMPEGGIATORE DI POTENZA

Abbiamo visto or ora un lampeggiatore a controllo elettronico, dall'ottimo funzionamento; un valido esempio pratico di come i transistori possano sostituire con gran vantaggio ogni altro sistema di interruzione ciclica. Se si vuole, al circuito può essere mosso un'appunto; quello di poter controllare solamente bulbi di piccola potenza.

In molti casi (segnalazioni di emergenza; rotture del manto stradale; indicazioni della sagoma di un molo o di un ostacolo; azionamento di un intero gruppo di lampadine, come in un albero di Natale o in un plastico ferroviario ecc. ecc.) occorre per contro una potenza notevole, che non può certo essere controllata da un apparecchietto come quello esaminato prima.

Qualcuno potrebbe pensare che in questi casi occorra far ritorno ai vecchi sistemi: intermittenze o « cammes » motorizzate. Non è così invece; con l'elettronica si può fare ogni cosa ed ottenere qualunque risultato; se si studia bene il problema, l'elettronica offre un'alternativa anche economicamente valida a qualunque altro sistema di controllo. Per esempio, dilatando il concetto del lampegigatore visto prima, allorché occorrano maggiori potenze si può giungere ugualmente ad una soluzione conveniente. La descriveremo ora.

Il lampeggiatore il cui schema appare nella figura 67, può funzionare con una tensione massima di 20 V e regge una corrente pari ad 1 A. Può quindi controllare una lampada, o una serie di lampade, da 20 W di potenza.

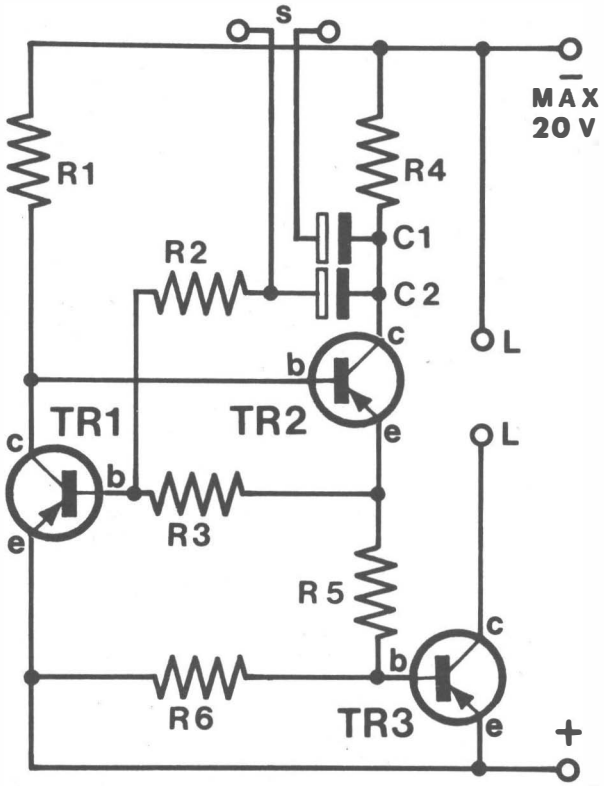


Fig. 67

Schema elettrico generale.

Un bulbo del genere, munito del proprio riflettore a specchio, di notte può essere scorto a 100-150 metri di distanza, grazie al lampeggio; è quindi validissimo come sistema di avviso, allarme, ecc. Interessante è anche la possibilità di far funzionare un notevole gruppo di lampade di piccole dimensioni connesse in serie-parallelo. Con queste si possono addirittura tracciare scritte elementari, o costruire dei divertenti, modernissimi « Gadget-soprammobili » o realizzare uno degli impieghi detti in apertura.

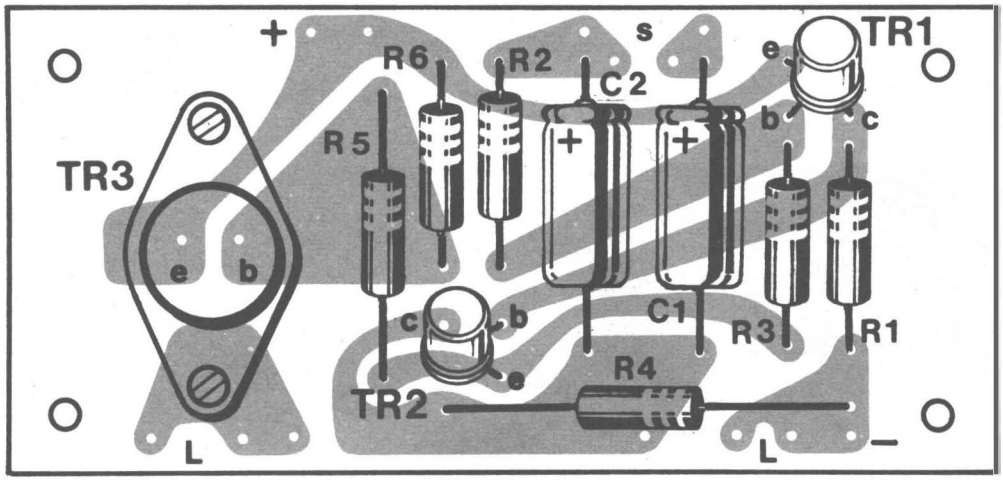
Ma vediamo il funzionamento.

I transistori impiegati sono tre, tutti PNP.

TR1 e TR2 sono di piccola potenza (AC125 ed AC128) TR3 è di potenza (AD139).

I primi due formano un multivibratore astabile che « pulsa » a frequenze comprese tra 2 e 400 periodi al minuto. Il terzo, pilotato dagli altri, serve da interruttore elettronico per le lampadine.

Ora, vediamo: come funziona il multivibratore? Semplice, ma meno che in altri casi. La base del TR2 giunge direttamente al collettore del TR1; la base del TR1, a sua volta, va al collettore del TR2 tramite R2 e C2. Si ha così un sistema di reazione semi-incrociato che si completa con la con-



Basetta e disposizione dei componenti. Fig. 68

nessione emettitore TR2-Base TR1, effettuata tramite R3.

Si noti ora, che l'emettitore del TR2 giunge anche alla base del TR3 tramite R5. In tal modo porta in conduzione ed in interdizione quest'ultimo transistore alternativamente, a seconda del proprio stato di conduzione.

Il lampeggio, come frequenza, è determinato dalla capacità che è presente tra il collettore del TR2 e la R2. Nello schema sono previsti due condensatori: C1 e C2 che possono essere messi in parallelo con un pulsante. Se il solo C2, è in circuito, si hanno circa 100 lampeggi al minuto primo; con C1 e C2 messi in parallelo la cadenza si riduce a 50 lampi, sempre al minuto.

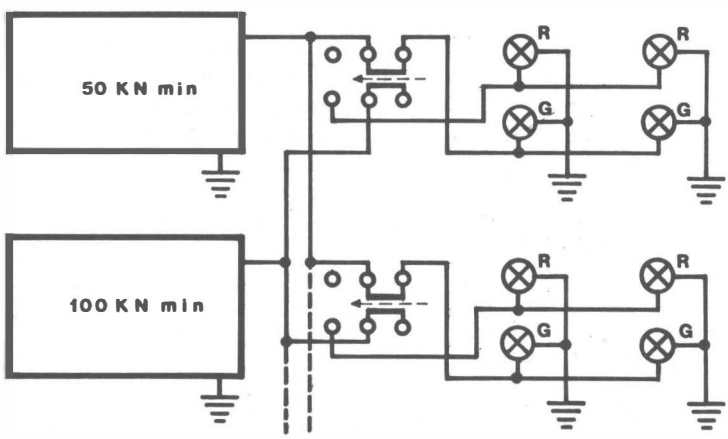
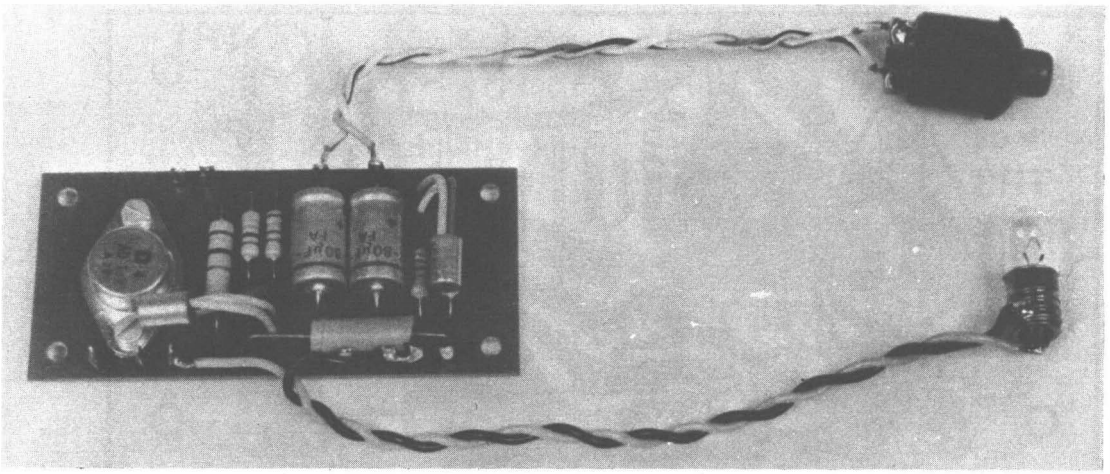


Fig. 69

Indicazioni per i collegamenti da effettuare.



Prototipo del dispositivo sperimentato.

In parallelo ai condensatori previsti, ne possono essere aggiunti altri; oppure si possono scegliere valori diversi invece di quelli da noi suggeriti, se lo si preferisce.

Poiché può essere utile avere una tabella di raffronto, noi abbiamo tracciato una « scaletta » relativa; eccola:

Capacità totale inserita tra il collettore del TR2 e la resistenza R2	*Lampi al minuto*
4.000 μF	2
500 μF	20
250 μF	30
160 μF (valore previsto nella fig. 67)	50
125 μF	57
80 μF (valore previsto nella fig. 67)	100
40 μF	150
16 μF	350

Nota: tutti i condensatori debbono avere una tensione di lavoro pari ad almeno 20/25 V.

Se il condensatore di accoppiamento ha un valore ancor minore del più piccolo tra i detti, il lampeggio ovviamente diventa troppo rapido per essere osservato, quindi inutile ai fini della segnalazione. Però, collegando ai punti « L-L » un altoparlante da 15 ohm, 5 W, si può udire un forte segnale audio che deriva appunto dall'aumentata frequenza di funzionamento. Il lampegigatore si fa quindi « Clackson », o sirena di emergenza.

Con un condensatore da 2 μF si avrà un ronzio da 100 Hz circa; con uno da 0,1 μF scaturirà dal diffusore un fortissimo sibilo a 2.000 Hz; davvero utile per allarmi e simili applicazioni, eventualmente.

La figura 68 riporta il piano di montaggio per l'apparecchio. il lavoro è facilissimo. Il TR3 sarà montato con atten-

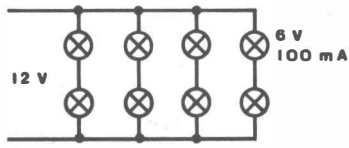


Fig. 70

Inserzione tipica delle luci di segnalazione.

zione per non invertire i piedini di base ed emettitore. I condensatori C1 e C2 saranno orientati come mostra la figura, nel rispetto della polarità.

TR1 e TR2 è bene che siano cablati con i terminali piuttosto lunghi, dato che sono al Germanio. Si impiegheranno i soliti tubetti di plastica isolante, poiché i reofori lunghi hanno la tendenza ad andare in corto, specie se l'apparecchio è soggetto a scosse.

Concluderemo dicendo che sulla basetta, accanto ai condensatori, si vedono dei fori supplementari che non sono impegnati da alcuna parte. Questi servono per gli eventuali elettrolitici supplementari da connettere in parallelo agli esisten-

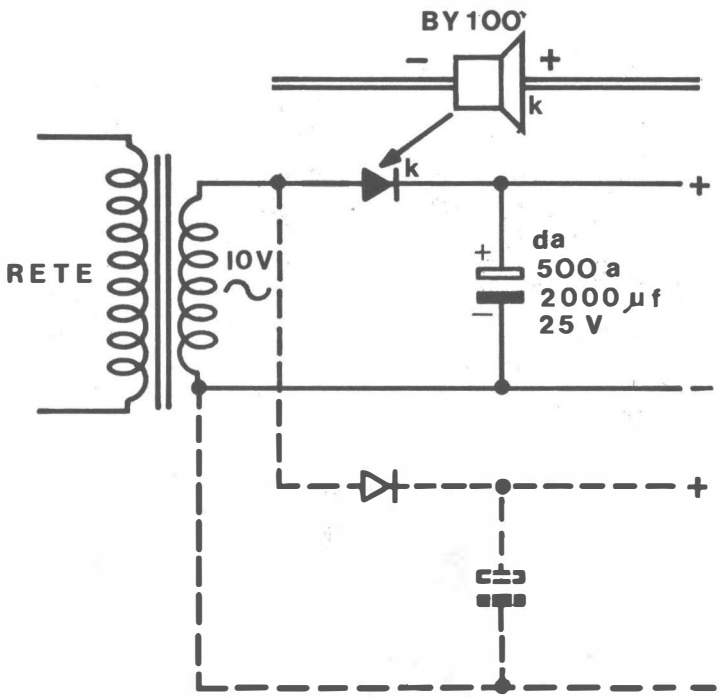
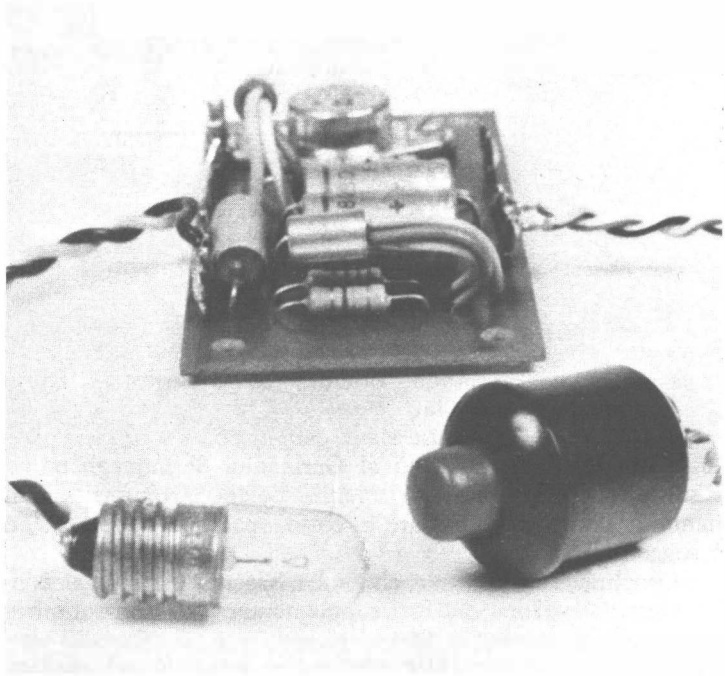


Fig. 71

Schema di sezione idonea per l'alimentazione del lampeggiatore.



Il pulsante di comando e la luce spia potranno essere sistemate nel modo che lo sperimentatore riterrà più idoneo.

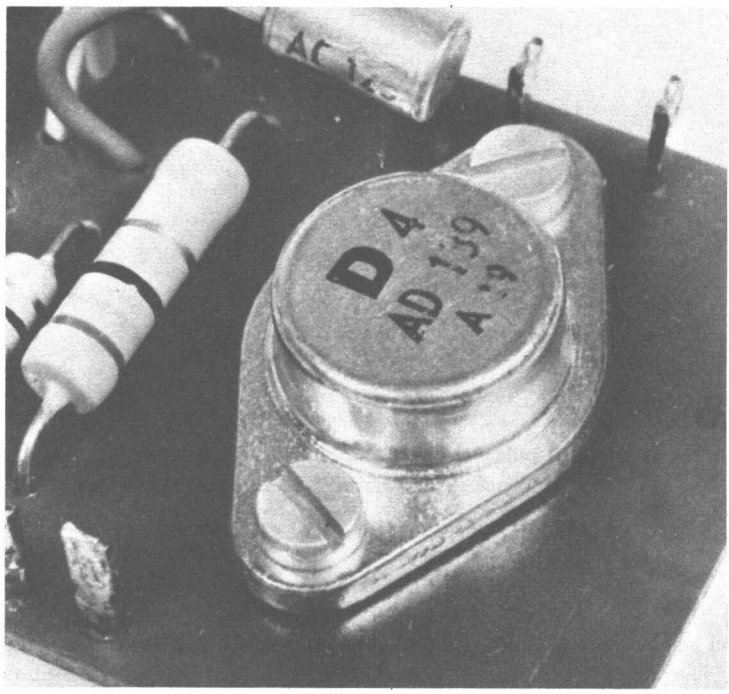
ti, se si vuole ridurre la cadenza del lampeggio, secondo la tabella trascritta in precedenza.

Per alimentare l'apparecchio si userà una tensione standard disponibile, 9 o 12 V ad esempio; infatti il circuito entra in funzione già a soli 2,5 V (!). Ai terminali « L-L » sarà collegata una lampadina adatta alla tensione che si impiega, oppure un gruppo di lampadine; ad esempio per 12 V, una serie-parallelo come quella mostrata nella figura 70.

Non appena data tensione, la lampadina posta come carico (o il gruppo di lampadine) deve accendersi, poi spegnersi, poi riaccendersi e via di seguito. Cortocircuitando per un momento i punti « S-S » o applicando ad essi un comune pulsante tipo campanello, si potrà riscontrare quella variazione di frequenza nel lampeggio che avevamo trattata.

Poiché il costo di un generatore di lampeggio come questo è comparativamente modesto, se rapportato ad altre apparecchiature complesse per la commutazione di luci, volendo ottenere « giochi di lampade » complessi, se ne possono mettere in azione alcuni, figura 69, ciascuno recante la propria serie di tubetti.

Un complesso del genere conviene per molte applicazioni, ma particolarmente per gli alberi di Natale. Infatti ogni anno, si legge sui giornali che qualcuno si è ustionato o è finito



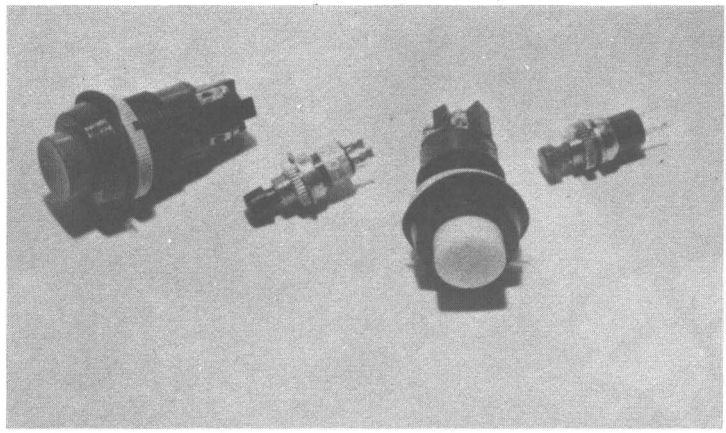
Particolare della basetta in cui è evidenziata la sistemazione del transistor di potenza.

all'ospedale per folgorazione a causa delle famigerate « lucine » funzionanti a 220 V che addobbano questo simpatico simbolo di festa. Noi la chiamiamo « la decimazione dei papà ».

Con il nostro apparecchio, nessun rischio: le lampadine sono alimentate a bassa tensione, quindi i genitori possono lavorare tranquilli ed evitare di dir continuamente: « Attento Pierino, non, ATTENTOOO! Non toccare le lampadine che prendi la scossa! Pierino, stai più lontano. No Pierino, te l'ho detto, non toccare. - BUM - Pronto la Crocerossa? Venite subito! . . . ».

Escludendo gli alberi di Natale per le ragioni suesposte, che tassativamente impongono l'impiego di batterie, in altri casi può convenire una alimentazione di rete. Questo lampeggiatore non pretende una tensione superfiltrata, perfettamente continua, quindi si può impiegare anche un sistema rettificatore un po' rudimentale, come quello di figura 71, formato da un trasformatore da una ventina di W con secondario a 10 V, un diodo, un condensatore di filtro la cui capacità può andare da 500 a 2.000 μF (25 V): un tutto « a semionda » banale.

Sempre in questa figura vediamo come può essere connesso un secondo dispositivo (linee tratteggiate), mediante un'altro diodo ed un ulteriore filtro.



Alcuni modelli di pulsanti che possono essere impiegati per il completamento dell'apparecchio.

SWITCH TRANSISTOR

In questo circuito, così come nel precedente di minore potenza, abbiamo visto un transistor fungere da interruttore per « accendere » e « spegnere » le lampadine.

Dato che sovente, nelle applicazioni professionali ed industriali i transistor svolgono questa precisa funzione, sarà utile approfondirla, nella nostra linea didattica.

Innanzitutto cos'è un interruttore? E' un dispositivo che « aperto » ha una resistenza infinita, « chiuso » ha una resistenza trascurabile, senza funzioni intermedie. Ha inoltre un ingresso « meccanico » che permette di cambiarne lo stato.

I transistori possono svolgere assai bene una funzione del genere, con due vantaggi; non vi è alcuna parte meccanica in movimento, sottoposta ad usura, e l'ingresso per il controllo è elettrico invece che meccanico, quindi compatibile con ogni circuito elettronico.

In aggiunta, il transistor-interruttore non produce « archi » e non crea i « rimbalzi » detti dagli americani « bounces » che disturbano i contatori ed altri delicati apparecchi.

Usualmente, per questa funzione si impiega l'emettitore comune; in tal modo collettore ed interruttore servono da « contatti esterni », la base funge da comando: figura 72. Quando questa non è polarizzata, il transistore non conduce; ovvero scorre una minima « corrente di perdita » la ben nota Ico, che, per elementi al Germanio di buona qualità può essere dell'ordine dei 140-200 μA, e dieci volte minore per modelli al Silicio. Intensità del genere non hanno importanza quando si tratta di azionare lampadine, solenoidi (relais) o analoghi dispositivi. Si può comunque ridurle ulteriormente cortocircuitando la base all'emettitore.

Quando la base è polarizzata, non dovrebbe esservi tensione tra il collettore e l'emettitore, come

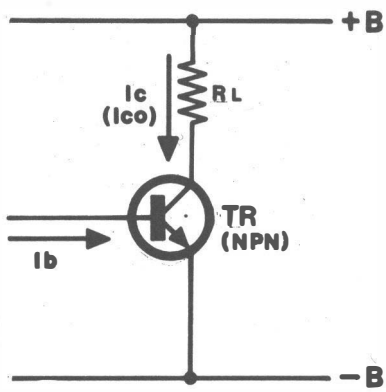
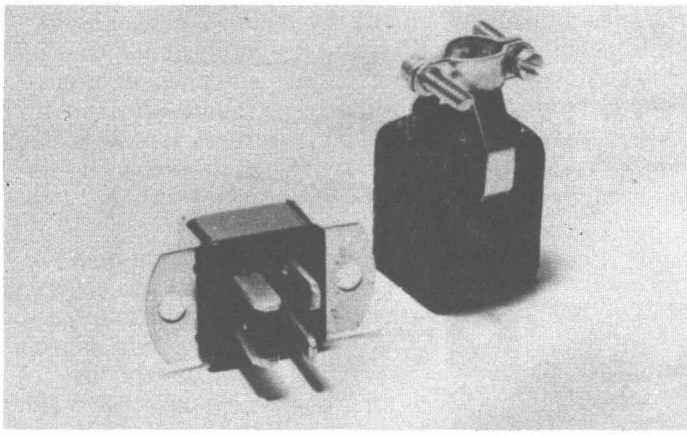


Fig. 72



Adoperando per le connessioni di alimentazione spine polarizzate si assicura l'apparecchio da inversioni di polarità.

dire che la resistenza interna del transistor dovrebbe cadere a zero. Così non è in pratica; un ottimo transistor per commutazione al Germanio di medio-piccola potenza, come l'ASY80, posto in conduzione, presenta una resistenza di 1 ohm; un planare di impiego generico come il 2N2193 o 2N2218/A, alla piena conduzione (saturazione) giunge sulla base di 1,2 ohm. Progettando qualunque interruttore elettronico transistorizzato, è quindi da tener presente la VCE (sat) che ogni costruttore dà per correnti determinate; essa corrisponde alla caduta di tensione interna di quell'elemento.

Un esempio pratico di transistor operante nella condizione di interruttore è riportato nella figura 73.

Abbiamo qui una corrente Ico a base aperta (P aperto) di 100 µA, ed una Ic (base polarizazta, « P » chiuso) di 0,2 A. La corrente attraverso ««P » è di 10 mA, si ha quindi un rapporto di potenze che vale: 15 mW all'ingresso, 5 W sul carico. La Vce in questo regime, che è di saturazione, corrisponde a 0,2 V.

Questo esempio, come abbiamo detto, è idealizzato, ovvero, ponendo eccellente il transistor, fisso il carico, attentamente studiato il tutto.

Fisso il carico? Qualche lettore sarà perplesso da questa precisazione, ma occorre dire che nei casi esaminati per i transistor-interruttori il carico in effetti risultava variabile; infatti una lampadina ad incandescenza ha circa 10 volte la resistenza che esibisce a freddo. Ciò potrà essere verificato con un tester posto su « Ohm X 1 » ed una lampadina a basso voltaggio e limitata intensità. Connettendo il bulbo ai puntali si noterà che la resistenza iniziale è bassa, poi tende a salire; infatti, il filamento inizia a scaldarsi con la corrente dello strumento e così facendo appunto la resistenza aumenta.

Questo fattore è da tenere ben presente, quando si calcola un sistema del genere; altrimenti, la rottura del transistor « switch » è certa.

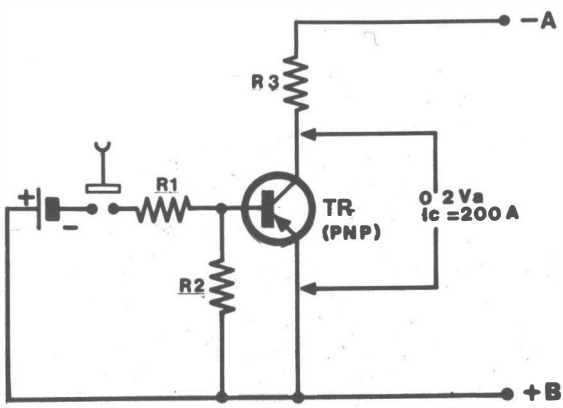


Fig. 73

Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 14, è disponibile a richiesta.

COMPONENTI

C1: Condensatore da 80 μF/25 V (vedi testo).
C2: Eguale al C1 (vedi testo).
R1: Resistenza da 680 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 560 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 2.200 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 47 ohm, 1 W, 5%.
R5: Resistenza da 18 ohm, ½ W, 5%.
R6: Resistenza da 47 ohm, ½ W, 5%.
TR1: Transistore AC125 Philips.
TR2: Transistore AC128 Philips.
TR3: Transistore AD139 Philips.
Lampadine ed accessori: (vedi testo).

RE 14

CIRCUITO DI TRIGGER

Continuando l'esame dei circuiti automatici di segnalazione, ed automatismi in genere dicendo, vedremo ora un « Trigger di Schmitt » che ha innumerevoli applicazioni ed è strettamente simile, come schema, a quello dei dispositivi prodotti da chi costruisce impianti di riscaldamento per acquari, regolatori di temperatura per laboratori, interruttori automatici « notte-giorno » e simili.

Questo apparecchio è una specie di piccolo « laboratorio di elettronica degli automatismi »; può infatti essere modificato in moltissime maniere per adattarsi ai più disparati impieghi.

Resta identico il nucleo centrale comunque, che come abbiamo anticipato è un « Trigger di Schmitt ». Questo è formato da due transistori (nel nostro caso un BC107 ed un AC128) ed ha la caratteristica di presentare due stati assoluti di funzionamento: ON ed OFF. Nello stato « ON » il TR2 conduce, mentre nell'altro è interdetto. Quindi siamo lontanissimi da un amplificatore di corrente continua o simili; anche questo è una specie di interruttore, un sensibile interruttore elettronico che può essere comandato dai più vari eventi: variazioni di luce, di temperatura, umidità e via dicendo. Come, lo vedremo poi.

Ora, osserviamo la figura 74. Per iniziare, supponiamo

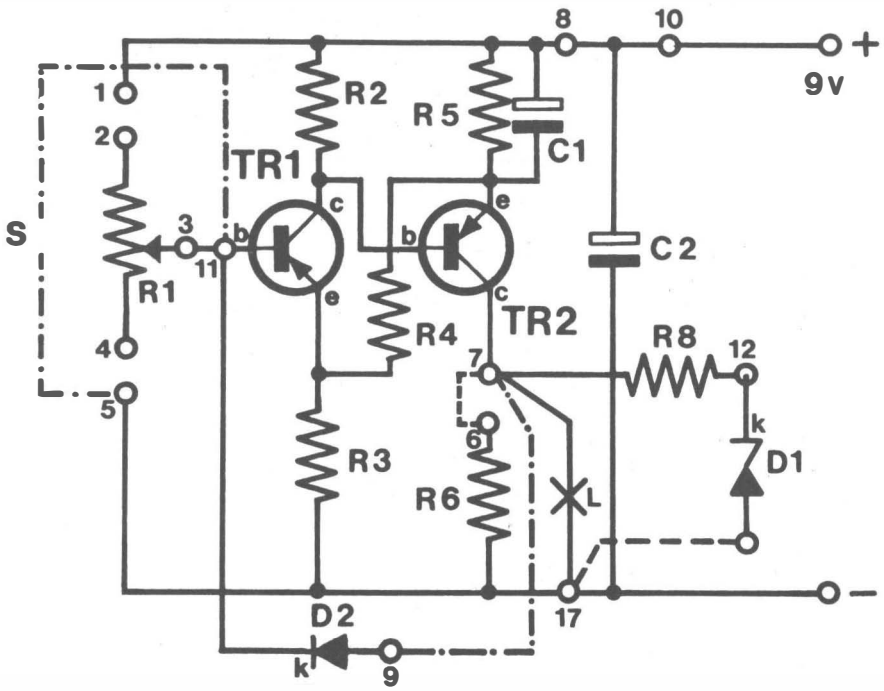


Fig. 74 **Schema elettrico generale.**

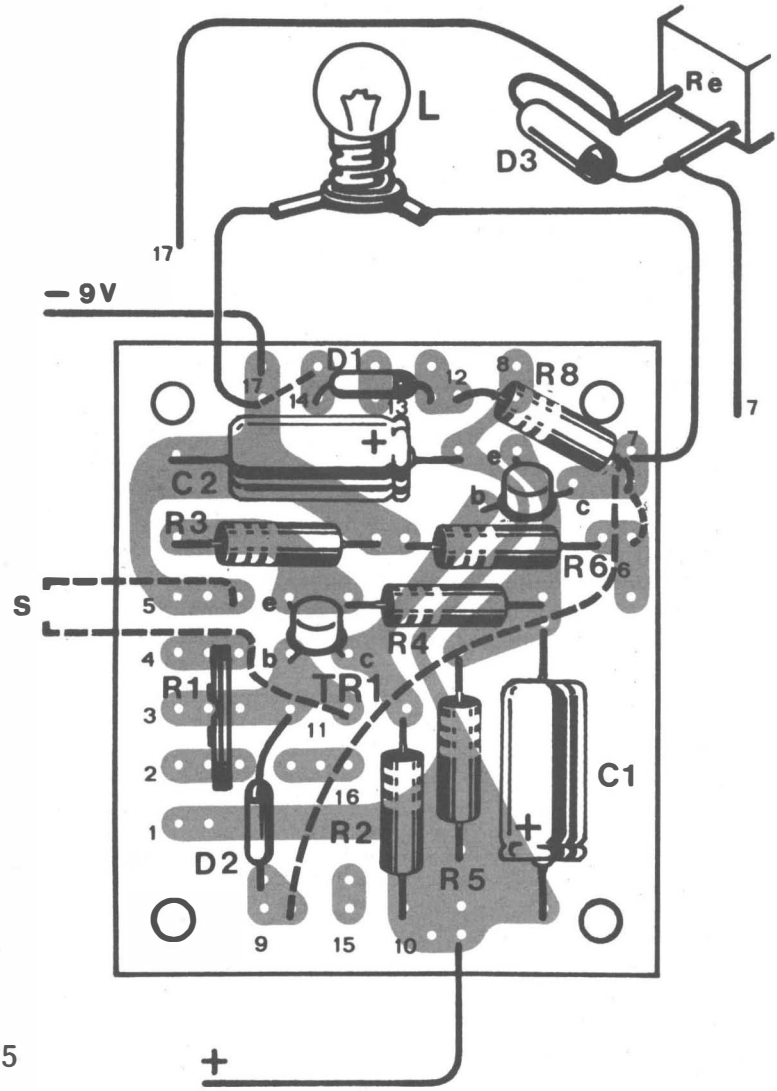


Fig. 75

Basetta e disposizione dei componenti.

IL TRIGGER CLASSICO

Come abbiamo detto, questo circuito è il nucleo fondamentale di innumerevoli apparati di allarme, controllo, protezione; rientra inoltre negli strumenti di misura come squadratore ed ha ulteriori importanti impieghi un po' dovunque. Chi si interessa all'elettronica, non può quindi ignorarlo.

Nel « multicircuito » che abbiamo esaminato, il Trigger ha uno schema un po' insolito, diverso da quello che il lettore può incontrare nella pratica generale. Ci sembra quindi utile illustrarlo anche nel circuito « classico »: figura 79.

Questo schema, che si deve alla General Electric * è un po' l'archetipo del Trigger corrente inteso come tale: usa due transistori dalla identica polarità e funziona, per dirla con gli Autori, a « reazione ».

In pratica, dei due transistori utilizzati, uno solo conduce, ciclo per ciclo, e l'altro è interdetto. Sempre secondo gli Autori, assumendo che « Q1 » sia « Off », non conduttore, la base del « Q2 » sarà polarizzata da una tensione di circa 6,8 V veniente dal divisore di tensione costituito dalle resistenze da

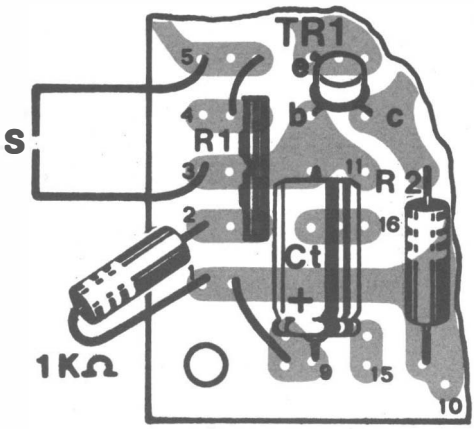


Fig. 76

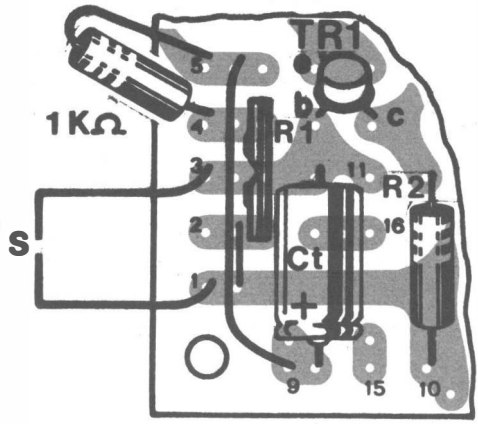


Fig. 77

Particolari dei collegamenti da effettuare sulla basetta stampata.

che tra i punti 1 e 2, nonché 4 e 5 del circuito vi siano delle connessioni dirette, e che tra il punto 7 ed il negativo generale (17) sia connessa la lampadina « L ». Applicanto 9 V ai capi dell'alimentazione, il filamento può rimanere acceso o spento; ciò dipende dallo stato del TR2.

Se è accesa, TR2 è ON, se è spenta è OFF.

Per commutare lo stato del TR2 è necessario modificare la polarizzazione del TR1, il che appunto si può fare ruotando il potenziometro R1, posto al centro delle connessioni dette in precedenza. Si noterà che raggiunto un valore critico il Trigger scatta immediatamente da ON ad OFF, oppure viceversa.

In altre parole, basterà spostare di poco il trimmer per vedere accendersi o spegnersi la lampadina; il che « in nuce » è già il funzionamento del complesso.

Ora, se noi togliamo una delle due connessioni effettuate in precedenza, ovvero quella che va dall'1 al 2, oppure dal 4 al 5, ed in vece di questa inseriamo una fotoresistenza, o

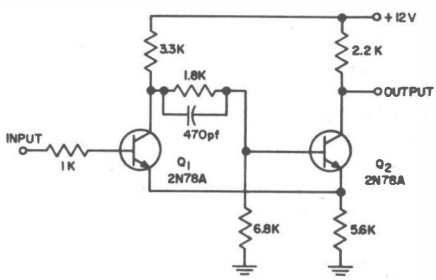


Fig. 79

Classico circuito di trigger.

un termistore NTC (l'uno o l'altro posti in serie con una resistenza di protezione da 1.000 ohm) noi potremo regolare R1 sul punto di scatto; poi ottenere la situazione ON all'uscita, oppure quella OFF a seconda che la luce cali, oppure cresca, o che la temperatura del pari salga o scenda. Infatti avremo un partitore di tensione con un ramo prefissato (R1) e l'altro variabile a seguito del fenomeno che interessa.

Non di rado i controlli elettronici sono previsti per l'umidità, la pioggia, o semplicemente per recipienti che contengano acqua (riempimento di serbatoi, riserve, vasche di raffreddamento ecc.).

Il nostro si adatta perfettamente a queste funzioni; come sensore per il riempimento, basteranno due elettrodi di rame argentato separati da un blocchetto di materia plastica e posti al livello in cui deve scattare l'allarme di « trabocco ». Per segnalare l'umidità o la pioggia servirà invece un sensore a circuito stampato: figura 74. Come si nota, questo è a « pettine »: quindi basta che una goccia cada in un punto qualunque perché si stabilisca il contatto, così come per le stille di umidità.

Un impiego insolito ma utile per questo accessorio, è la rivelazione del vapore; un altro quello del bambino che ha fatto pipì. In quest'ultimo caso, la infinitesima tensione in gioco garantisce una assoluta sicurezza, ed il sensore può essere messo nella culla o lettino. La mamma, dando un'occhiata all'allarme, potrà sempre sincerarsi dello . . . « stato » del bebé.

Vediamo quindi di fare il punto della situazione per ciò che si è detto sin'ora, ovvero le connnessioni da eseguire sullo chassis per ciascuna funzione desiderata.

Contatti 1-2: cortocircuitati. Contatti 2-3: vi sarà inserito un termistore da 10.000 ohm a 25 °C. Contati 3-4: nessun collegamento. Contatti 4-5: vi sarà inserita una resistenza da 1.000 ohm, ¼ di W. R1 potrà essere regolato per ottenere lo scatto tra — 20 °C e + 75 °C.

Contatti 1-2: vi sarà inserita una resistenza da 1.000 ohm, ¼ di W. Contatti 2-3: nessun collegamento. Contatti 3-4: vi sarà inserito un termistore da 10.000 ohm a 25 °C. Contatti 4-5: cortocircuitati. R1 sarà regolato per ottenere lo scatto tra — 15 °C e + 50 °C.

3.300 ohm, 1.800 ohm, 6.800 ohm. Gli emettitori dei transistors saranno quindi ad un valore di circa 6,6 V e la tensione deriverà dalla polarizzazione diretta del Q2.

Ora, se la tensione di ingresso sarà minore di 6,6 V, « Q1 » appunto risulterà non conduttore. Allorché però la tensione raggiungerà e supererà i 6,6 V, « Q1 » inizierà a condurre, ed essendo antagonista del Q2, cui è legato dalla medesima resistenza di emettitore, da 5.600 ohm, assumerà la condizione di « priore » nella conduzione. All'istante Q2 rimarrà interdetto a sua volta; l'uscita sarà allora « Off ». Naturalmente, se la tensione di ingresso decresce e raggiunge un valore di livello minore della detta, « Q2 » potrà riprendere il sopravvento, così a seguire.

Le caratteristiche generali di un Trigger come quello illustrato, che poi si riflettono su tutti i deri-

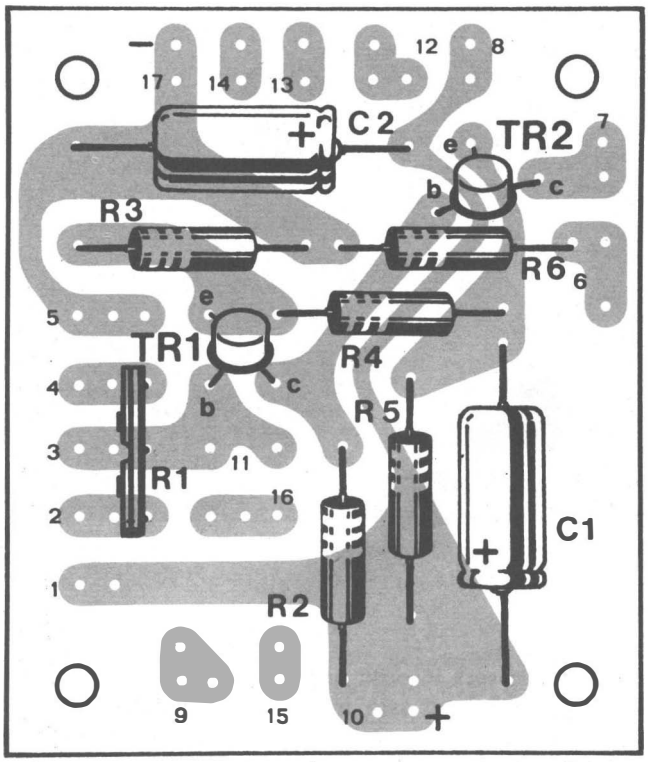


Fig. 78

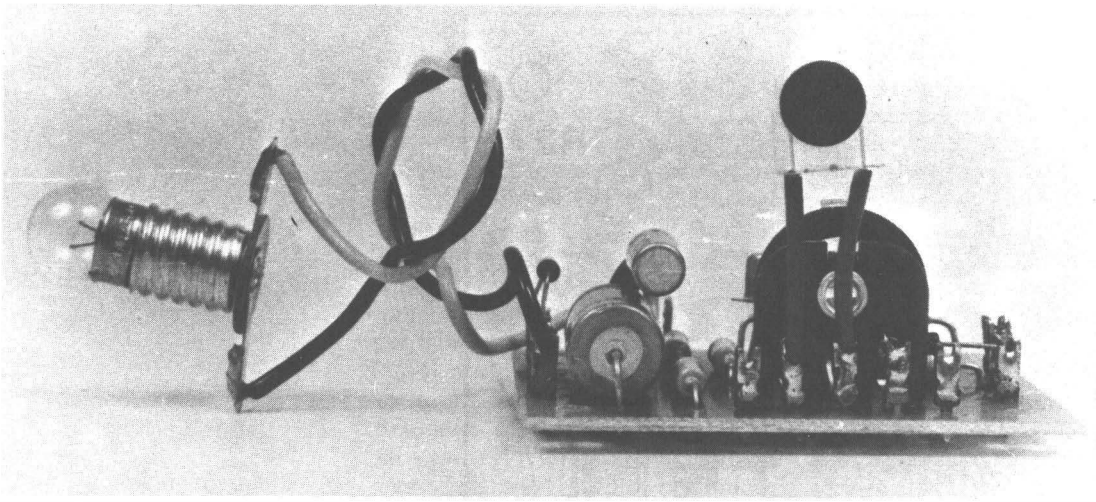
Basetta e disposizione dei componenti.

Contatti 1-2: cortocircuitati. Contatti 2-3: vi sarà inserita una fotoresistenza B8 731 05. Contatti 3-4: nessun collegamento. Contatti 4-5: vi sarà inserita una resistenza da 1.000 ohm, ¼ di W. R1 sarà regolato per ottenere lo scatto tra 1 e 100 Lux.

Contatti 1-2: vi sarà inserita una resistenza da 1.000 ohm, ¼ di W. Contatti 2-3: nessun collegamento. Contatti 3-4: vi sarà inserita una fotoresistenza B8 731 05. Contatti 4-5: cortocircuitati. R1 sarà regolato per ottenere lo scatto tra 1 e

vati sono:
Tempo di lavoro: dalla corrente continua ad 1 Mhz.
Swing di collettore (cambiamento della tensione continua al capo del Q2 in uscita): 2 V, minimi.
Q1: conduce sempre se l'ingresso è maggiore di 6,8 V (uscita « Off »).
Q2: conduce sempre se l'ingresso è inferiore a 5,2 V (uscita « On ».
Alimentazione generale: 12 V.
Temperatura di ambiente: da 0 °C a 70 °C.

* Note di Servizio GE.



Prototipo a montaggio ultimato.

35 Lux.

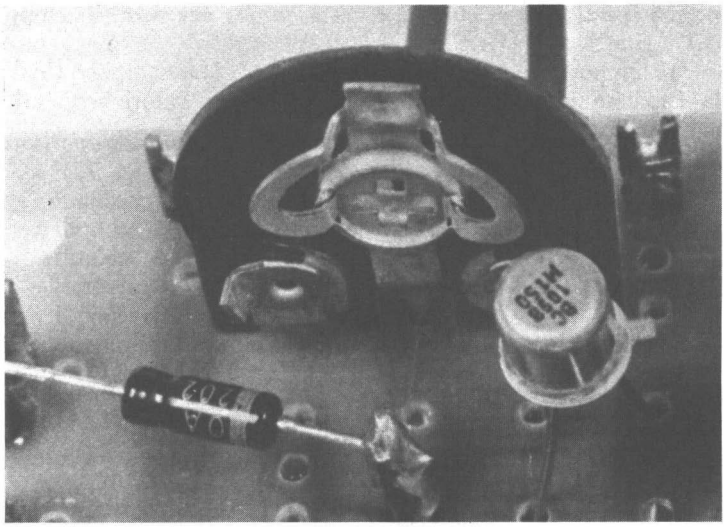
Contatti 1-2: vi sarà inserita una resistenza da 1.000 ohm, ¼ di W. Contatti 2-3: vi sarà inserito un pulsante o microswitch o altro che serva per controllare l'apertura di una porta, finestra, sportello o altro che interessi. Contatti 3-4: nessun collegamento. Contatti 4-5: cortocircuitati.

Contatti 1-2: cortocircuitati. Contatti 2-3: elemento rivelatore descritto. Contatti 3-4: nessun collegamento. Contatti 4-5: vi sarà inserita una resistenza da 1.000 ohm, ¼ di W.

Il Trigger prevede un carico, da applicare tra i punti 7 e 17 del circuito, del valore di circa 150 ohm.

Può essere costituito dalla lampada di cui abbiamo parlato sin'ora, da 6 V e 50 mA; oppure da un relais sempre da 6 V (120-180 ohm a seconda delle marche); da altri dispositivi: un motorino che non assorba più di 50 mA, un solenoide per il controllo di congegni meccanici, o eventualmente una semplice resistenza (R6, raccordabile tramite ponticello tra « 6 » e « 7 ») se il modulo serve a pilotare altre apparecchiature elettroniche, come un amplificatore di corrente.

Se si impiega un relais, sarà necessario collegare in parallelo alla bobina un diodo (figura 75), così da smorzare i « rimbalzi » di tensione che potrebbero danneggiare il TR2. Ovviamente, il relais servirà per azionare con i suoi contatti una suoneria di allarme, un sistema riscaldante o raffreddante, un lampeggiatore di avviso e simili. Se i carichi detti risultano troppo severi per il contatto del realis che può essere attivato, nulla impedisce di azionare con questo un secondo relais, anche di potenza rilevante.



Particolare della basetta: il trimmer di taratura.

In molti casi, specialmente nei segnali d'allarme, è necessario che il circuito rimanga « ON » all'uscita, anche se l'evento che l'ha messo in azione dura un istante e poi cessa. E' questa la tipica situazione richiesta da un congegno antifurto, per esempio, oppure da un sistema di blocco per macchinari pericolosi quando è stata fatta una manovra imprudente (il Trigger ha sovente questo impiego, nel campo industriale). Tale circuito, diciamo così « memorizzante » può essere aggiunto al nostro schema con la massima facilità. Basta un diodo che unisca il collettore del TR2 alla base del TR1; nella figura 74, il D2. Inserito questo, una volta che l'uscita conduca, conduce all'infinito.

Ora, è importante questa possibilità; ma non meno importante è poter, come si dice nel linguaggio dell'automazione « resettare » il circuito, ovvero riazzerare l'uscita riportandola da « ON » a « OFF », pronta per un nuovo ciclo, una volta che l'allarme abbia compiuto il ciclo di lavoro. A questo si provvede con un pulsante: S. Una volta che il relais o il segnale di allarme sia rimasto « agganciato », basta premerlo per riportare il tutto nella situazione di . . . « preallarme ».

Per sottolineare la flessibilità di questo circuito, vogliamo esporne una « funzione in più »: si tratta di un semplicissimo temporizzatore. Il Trigger diviene relé a tempo con l'ausilio di un solo condensatore e di un ulteriore pulsante: il condensatore è Ct nella figura 76 e nella 77 che mostrano due possibilità di connessione. Quella di figura 76, quando il relais all'uscita è chiuso, permette di mantenerlo aperto per il tempo di lavoro. Quella di figura 76 funziona in modo perfettamente contrario; il relais, di base aperto, appena si

preme il pulsante si chiude, e resta chiuso per tutto il tempo del « ritardo ».

Il tempo in cui avviene l'inversione di stato, dipende dalla capacità del condensatore, ed avremo i valori seguenti:

Capacità del «Ct» in μF (9 V)	*Tempo di chiusura* (Fig. 76)	*Tempo di apertura* (Fig. 77)
10	2 secondi	1 secondo
32	6 secondi	3 secondi
125	25 secondi	12 secondi
400	80 secondi	40 secondi
1.000	200 secondi	100 secondi

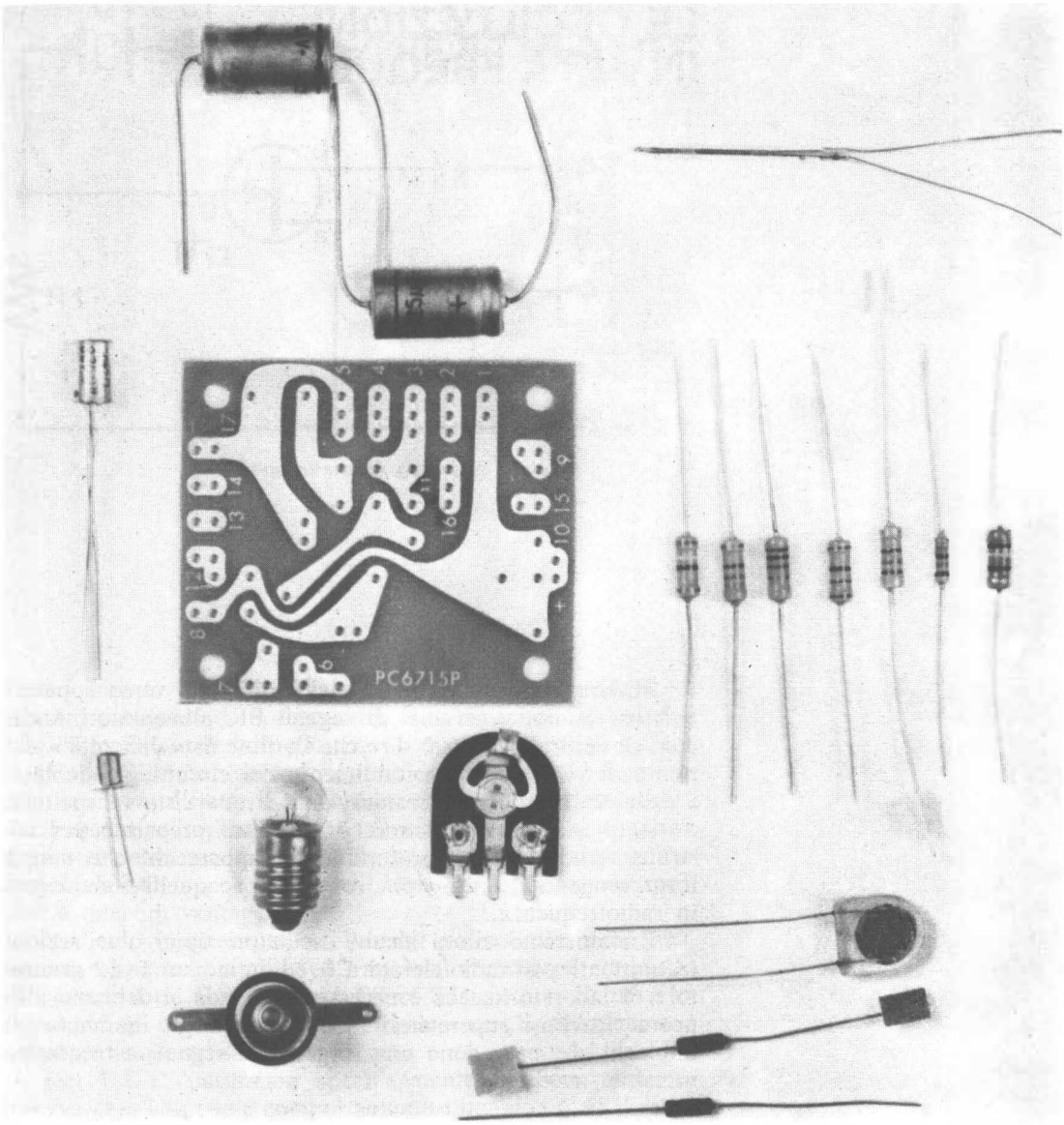
Naturalmente, se si realizza il temporizzatore, il circuito autobloccante deve essere eliminato, altrimenti, il ritardo . . . non finisce mai perché il relais resta agganciato.

Si può aggiungere che non occorre un pulsante, per azionare il timer; anche la fotoresistenza può mettere in azione il tutto, poniamo, dopo essere stata soggetta ad un lampo di luce momentaneo, anzi, istantaneo.

Di base il cablaggio sarà quello illustrato nella figura 78, che serve per ogni elaborazione funzionale. C1 e C2 dovranno essere collegati facendo attenzione alla polarità; così TR1 e TR2 saranno inseriti in circuito dopo aver attentissimamente controllato i terminali, che appaiono in calce alla pianta della basetta. Le resistenze non creano problemi: basta montarle bene aderenti alla plastica ed eseguire buone saldature sulle linguette di rame sottostanti.

COMPONENTI

C1: Condensatore da 320 μF, 6,4 V.
C2: Condensatore da 125 μF, 16 V.
R1: Trimmer potenziometrico da 100.000 ohm.
R2: Resistenza da 2.700 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 470 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 390 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistenza da 15 ohm, ¼ W, 5%.
R6: Resistenza da 180 ohm, ¼ W, 5%.
R7: Resistenza da 1.000 ohm, ¼ W, 5%.
R8: Resistenza da 560 ohm, ¼ W, 5%.
D1: Diodo Zener BZY88 C4V7.
D2: Diodo al Silicio OA202.
D3: Eguale al D2.
TR1: BC107.
TR2: AC128.
Accessori: Termistore modello E 205 CE-P10K. Fotoresistenza B8 731 05. Lampadina da 6 V/50 mA. Resistenza da 1.000 ohm, ¼ W, 5%.
Eventuale accessorio: Relais da 6 V, bobina 120-180 ohm, modello sensibile per telecomandi.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 15, è disponibile a richiesta.

R1, essendo piazzato in verticale, potrà essere manovrato con un cacciavite comune dal lato sinistro dell'apparecchio visto dall'alto, sgombro di altri componenti.

Di volta in volta, a seconda dell'impiego richiesto, si aggiungeranno le parti necessarie; relais, pulsante e/o lampadina verranno sistemate esternamente alla basetta, così la fotoresistenza ed il termistore, che potranno anche avere cavetti di raccordo lunghi sul metro o metro e mezzo, occorrendo.

LE OSCILLAZIONI IN ALTA FREQUENZA

Sin'ora la nostra trattazione si è orientata verso apparecchiature audio, generatori di segnali BF, alimentatori e circuiti di controllo. Si può dire che l'ordine di « difficoltà » dal punto di vista dell'approfondimento dei circuiti, da un lato, e della realizzazione meccanica, dall'altro, sia stata rispettata.

A questo punto il lettore è senz'altro preparato per costruire, studiare ed approfondire gli apparecchi che non a torto vengono definiti « più complicati »: quelli funzionanti in radiofrequenza.

Esamineremo allora alcuni oscillatori tipici, due sezioni trasmittenti per radiotelefoni CB ed infine un utile generatore di laboratorio, che è necessario quando si debbano allineare ricevitori supereterodina o per tutti gli innumerevoli impieghi che prevedono una sorgente di segnali a frequenza variabile, modulata.

Spesso i circuiti che generano segnali RF sono assai semplici; anzi, di solito si preferiscono oscillatori semplici per evitare i problemi di deriva termica che hanno gli schemi muniti di molte parti secondarie, ciascuna munita di un proprio andamento, positivo o negativo, nei confronti della temperatura.

Nella figura 80 vediamo l'interessante e semplificatissimo schema di un calibratore. Questo apparecchio serve come « campione di frequenza » per regolazioni molto precise.

Impiega infatti un cristallo di quarzo: « Q ». Questo componente, che non avevamo incontrato sin'ora, è costituito da una lastrina di minerale opportunamente segata e trattata.

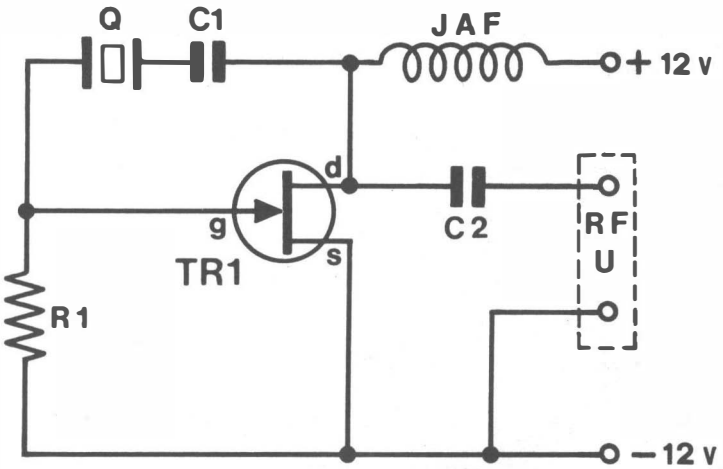


Fig. 80

Schema elettrico generale.

Elettricamente, equivale ad un circuito oscillante; ma ad un circuito oscillante dalla frequenza fissa ed estremamente stabile. Si può quindi fare a meno, in questo genere di oscillatori delle solite bobine e dei variabili. La frequenza immutabile non è un difetto; dato che questo genere di apparecchio ha il medesimo utilizzo che ha il Diapason nell'accordatura degli strumenti musicali, sia pure per frequenze estremamente più elevate, e per apparecchiature, ovviamente, elettroniche, è anzi un vantaggio.

Vediamo in questo stesso schema un secondo componente nuovo a queste pagine: si tratta del transistore ad effetto di campo, detto F.E.T. (Field Effect Transistor). In passato, i francesi lo chiamavano « Tecnetron » ma la definizione è ormai dimenticata da tutti.

Del F.E.T. parleremo specificamente a parte; per ora osserveremo che come comportamento dinamico (curve di lavoro) rassomiglia ad un pentodo-tubo, ed è caratterizzato, come semiconduttore, dall'altissima impedenza di ingresso che lo differenzia da ogni transistor « bipolare », convenzionale.

Come abbiamo detto, questo apparecchio genera segnali RF; la frequenza di questi è unicamente determinata dal cristallo, che tipicamente (teoricamente) può essere da 1 Mhz. Senza alcuna variazione circuitale possono essere inseriti altri cristalli da qualche centinaio di Khz, da 500 Khz, o anche superiori al Mhz; per esempio da 1.200 Khz, 1,5 Mhz e simili, sino a 25 Mhz!

Il funzionamento dell'oscillatore è principalmente deter-

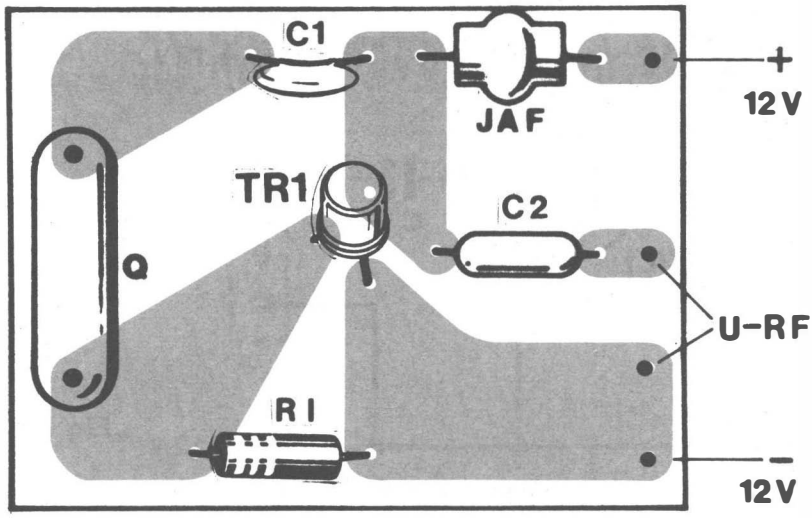


Fig. 81 **Basetta e disposizione dei componenti.**

minato da elementi . . . invisibili (!). Si tratta della capacità parassitaria Gate-Source e Drain-Source del TR1 che forma una specie di partitore; il circuito è pressoché identico al Pierce funzionate con i vecchi tubi, e può esserlo grazie alle caratteristiche del TR1, che come abbiamo detto, possono essere alquanto apparentate a quelle di un pentodo.

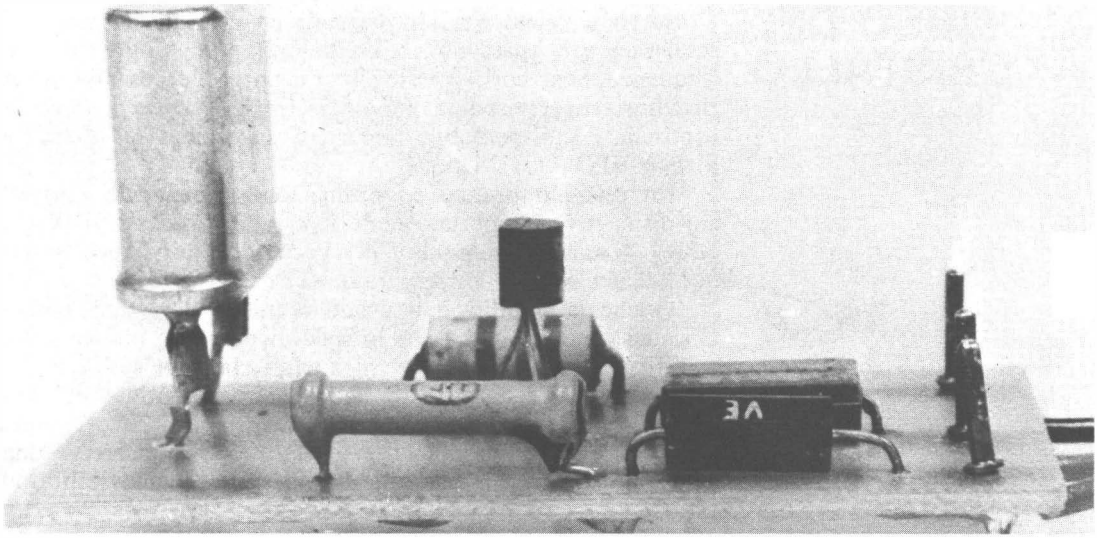
Tornando al circuito noteremo la R1 che serve per la polarizzazione e C1, condensatore di blocco per la CC. JAF è un avvolgimento che evita la dispersione della RF generata sull'alimentazione. Il segnale è infatti disponibile tra C2 ed il negativo generale.

Questo generatore, pur nella sua semplicità offre un segnale stabilissimo, se è stabile l'alimentazione, che ha un valore di circa 2 V picco-picco, o meno se il cristallo è al limite della frequenza « centrale » per cui è previsto il dispositivo.

All'uscita, oltre al segnale « fondamentale », quello per cui è tagliato il cristallo che si usa, vi sono anche, in gran numero, delle armoniche: per esempio a 2, 3, 4, 5, 6 Mhz ed oltre per un quarzo da 1 Mhz.

Questa successione di segnali serve ottimamente per tarare la scala di un radioricevitore, ad esempio, oppure per verificare se un oscillatore a frequenza variabile è veramente allineato nella banda che dovrebbe coprire, o per mille analoghi usi.

Un'occhiata alla figura 81 ed alle foto di testo darà subito la misura dell'estrema semplicità di questa realizzazio-



Prototipo a montaggio ultimato. Il kit, numero RE 16, è disponibile a richiesta.

ne. Per il cristallo si impiegherà uno zoccolo, sia per non surriscaldarlo durante la saldatura, sia per poterlo sostituire facilmente. Il TR1 non teme il calore più di ogni altro elemento al Silicio, quindi i suoi reofori possono essere lasciati lunghi una decina di mm e non occorrono particolari precauzioni che non siano le solite, per montarlo. La JAF1 ha uno dei terminali che reca un punto colorato; questo deve essere orientato verso il Drain del transistore.

Il calibratore può essere alimentato con 12 V, oppure con 14 V; una tensione inferiore rende instabile l'oscillazione. Una superiore mette in pericolo l'integrità del TR1.

RE 16

COMPONENTI

C1: Condensatore ceramico da 4.700 pF.
C2: Condensatore a mica argentata da 470 pF.
Q: Quarzo per calibratori. Frequenza 1 Mhz, o come è desiderato.
JAF: Impedenza RF da 1 mH (Geloso): per 10 Mhz si impiegherà un elemento da 100 μH.
R1: Resistenza da 2 Mega ohm, ¼ W, 5%.
TR1: Transistore a effetto di campo modello 2N3819. MPF102,HEP802 o simile.

L'USO DEL CRISTALLO

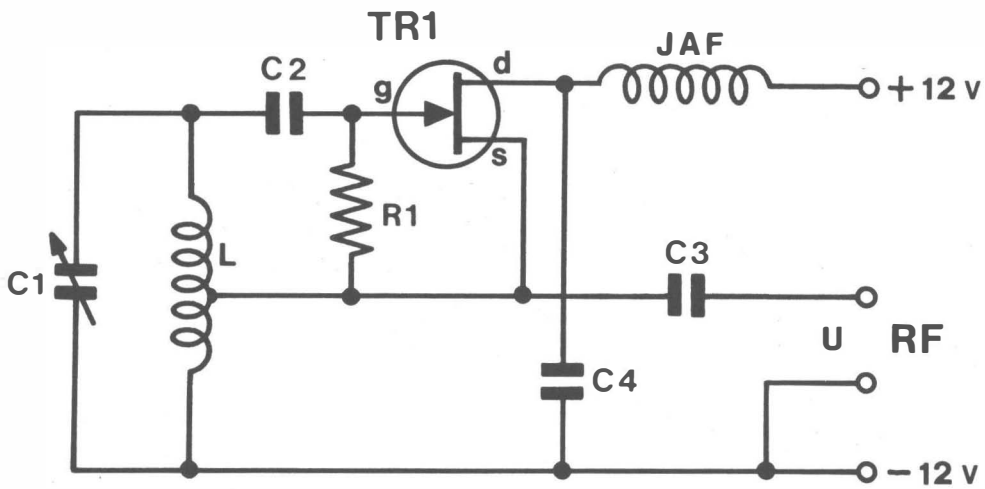
Abbiamo visto che l'impiego di un cristallo consente di semplificare al massimo un oscillatore; non sempre però la frequenza fissa corrisponde alle esigenze. Per esempio, nei ricevitori supereterodina per onde medie o corte a sintonia continua, è indispensabile impiegare un oscillatore « locale » di tipo VFO.

Un esempio pratico ed ottimamente funzionale di questo dispositivo è riportato nella figura 82. Come si vede, C1 ed « L » sono i responsabili per l'accordo, quindi per la frequenza del segnale RF generato.

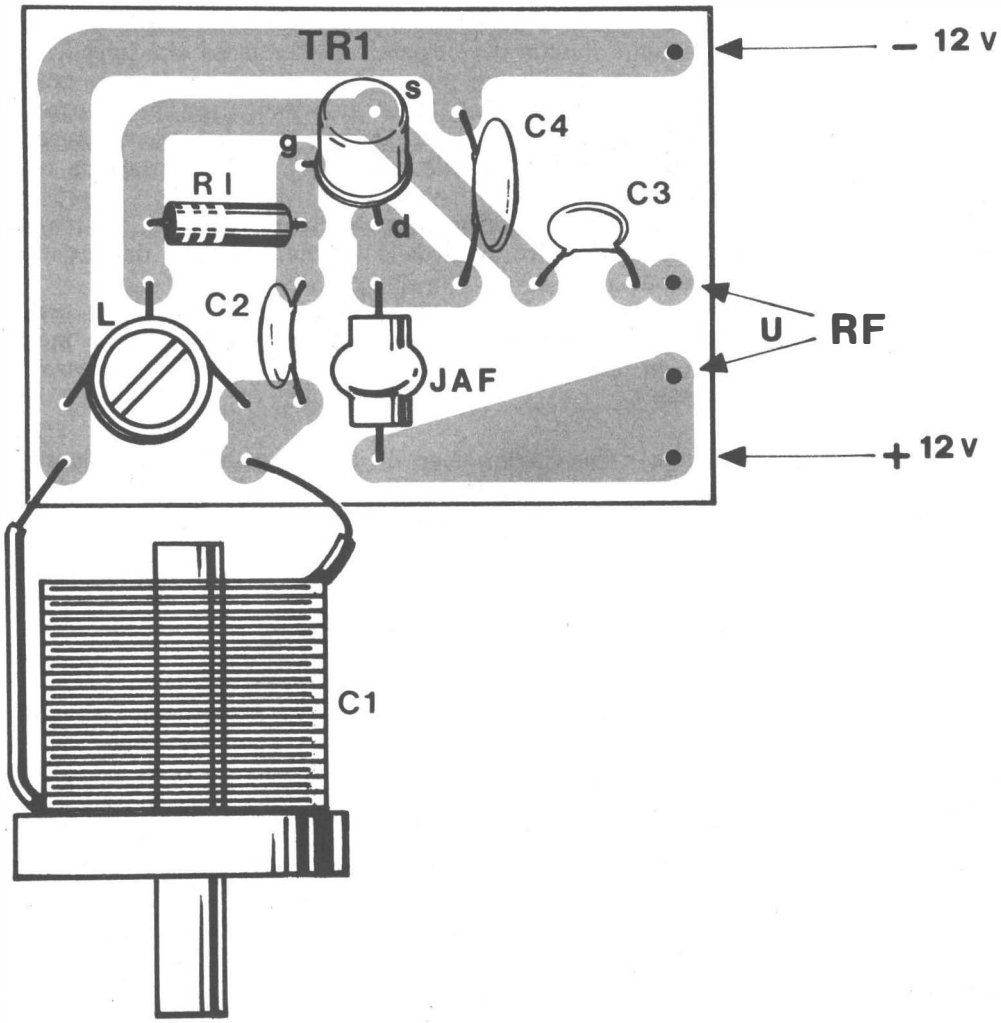
Poiché la stabilità è il primo requisito di ogni apparecchio del genere, diremo che in sede di progetto, innanzitutto, si cerca di realizzare un avvolgimento che non soffra molto della dilatazione termica, e della relativa contrazione. Per quel che concerne il condensatore variabile, occorre una « inerzia termica » parallela, e soprattutto è da ricercare una soluzione meccanica che dia la maggiore inamovibilità al tutto.

Gli oscillatori progettati per gli impieghi altamente professionali, generalmente hanno pesanti involucri metallici, impiegano un sistema di « condizionamento » della temperatura, ottenuto con un termostato ed un sistema riscaldatore controllato con il Trigger di Schmitt che abbiamo visto in precedenza. Hanno inoltre accuratissimi sistemi di controllo che fanno largo uso di ingranaggi doppi o « compensati » sì da annullare il possibile « gioco ». Naturalmente il nostro VFO (Variable Frequency Oscillator) non si prefigge compiti di precisione assoluta, quindi può essere costruito con minori cautele e preziosismi, nonché con materiali di impiego più

Fig. 82



Schema elettrico generale.



Basetta e disposizione dei componenti. Fig. 83

comune che sovente lo sperimentatore tiene fra le proprie scorte.

Appare nella figura 82. Di base è un Hartley a transistore FET, che lavora col Drain in comune. Come si nota, il Source è collegato ad una presa sulla bobina « L », quindi la reazione avviene tra questo elettrodo ed il Gate. Lo schema non si discosta da quello classico, impiegante un tubo triodo: la somiglianza sarà ancora più evidente osservando la connessione ed il valore della resistenza di polarizzazione: R1.

C2 è ovviamente l'accoppiatore del Gate, mentre C4 rende « freddo » il Drain per la RF: l'impedenza JAF dà a quest'ultimo elettrodo l'alimentazione positiva desiderata.

Il segnale è preso sul Source; per evitare una possibile instabilità l'uscita deve essere considerata ad alta impedenza.

Questo oscillatore può dare un ottimo rendimento tra le onde lunghe (!) e circa 40 Mhz; per ottenere l'accordo nella banda desiderata C1 ed L saranno calcolati adeguatamente, oppure scelti in base alle tabelle che sono riportate da tutti i testi classici.

La presa per il Source sarà sempre effettuata a circa un quarto delle spire totali della bobina, contando dal negativo generale.

Se la presa è avvicinata alla massa, il segnale in uscita avrà una ampiezza via via maggiore, ma è possibile incorrere in una notevole instabilità, o addirittura nell'assenza di innesco.

La prima applicazione di un dispositivo come il nostro, la prima che viene in mente, è quella del generatore di segnali per laboratorio; in questo caso, però, è necessario mu-

FET E MOSFET

Il transistore FET, pur essendo al momento presente sul mercato solo sotto forma di elementi di piccola potenza, è nettamente superiore al « bipolare » (il transistor convenzionale, comune) per l'elevata impedenza d'ingresso che possiede. Essa permette di realizzare più facilmente preamplificatori audio ed amplificatori RF, evitando circuiti di compensazione ed adattamento. Come abbiamo visto, non pochi schemi classici e dalla provata affidabilità possono essere ripresi dalla tecnologia dei tubi ed utilizzati direttamente con i FET.

Questi ed altri vantaggi hanno reso sempre più diffuso il transisore a effetto di campo e tutto fa presumere che in futuro l'elemento diverrà ancor più comune. Può quindi essere interessante osservarne le particolarità, sì da familiarizzarcisi.

Possiamo dire che i FET si dividono in due grandi gruppi, dal punto di vista costruttivo ed operativo: i modelli a giunzione ed i modelli con il Gate isolato, detti anche MOS da « Metal Oxide »; lo straterello che appunto rende il Gate completamente isolato.

La figura 84 mostra la sezione trasversale di un FET realizzato per giunzione. Occorre dire che vi sono elementi di questo tipo a « canale » N ed a « canale » P, così come vi sono transistori NPN e PNP. Il FET a canale N hanno sempre il positivo dell'alimentazione applicato al Drain, mentre quelli a canale P recano al Drain il negativo.

Per comprendere come funzioni un FET, supponiamo che quello di figura 84 sia a canale « N », come appunto è raffigurato. Applicando una tensione positiva al Drain (il negativo ovviamente sarà portato al Source) si avrà lo scorrimento di elettroni nel canale.

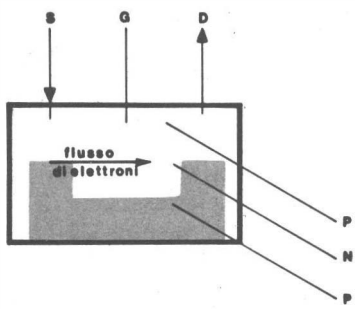


Fig. 84

nirlo di uno stadio separatore all'uscita, per evitare gli effetti del carico.

Direttamente e senza alcuna modifica o aggiunta, può servire per trasmettitori, come « vero » VFO, primo stadio di tutto il complesso cui seguiranno gli amplificatori buffer e gli amplificatori di potenza.

Ottimo, è anche per convertitori di frequenza nei ricevitori. In questo caso, si usa definire « HFO » (all'americana) il VFO.

Di base, la sua costruzione resta comunque un interessantissimo esercizio didattico, specie per la serie di prove che potrà essere condotta con l'apparecchio ultimato.

Determinanti, al fine di stabilire i componenti, sono « L » e C1.

Noi proponiamo il VFO allo stato di esperimento-studio nella versione che dà il rendimento maggiore, ovvero funzionante nella gamma 3-14 Mhz. Che è poi quella « classica »

Ora, sempre nello spaccato, osserviamo il Gate. Esso ha una polarità contraria, rispetto al canale Source-Drain, quindi se è polarizzato inversamente, come avviene nell'impiego pratico, non scorre alcuna intensità apprezzabile tra i due. Si ha una resistenza altissima, quindi una impedenza di ingresso elevatissima.

E come funziona il FET? Semplice, quando il Gate è polarizzato, crea accanto a se una zona « svuotata di cariche » (figura 85) che comprime e riduce il canale. Il flusso degli elettroni è quindi diminuito e così la corrente del Drain: dando la massima polarizzazione al Gate, il Drain può anche risultare bloccato ed il FET non conduce più.

Il Gate quindi stabilisce se e in che misura deve avvenire la conduzione, più o meno come una mano che stringa un tubo di gomma in cui scorra dell'acqua. Da quanto abbiamo detto risulta più che mai l'analogia tra questo speciale transistor ed un tubo elettronico; infatti il Source è la « sorgente » del flusso, come il catodo. Il Drain raccoglie tale flusso come l'anodo, ed il Gate lo controlla direttamente come la griglia.

Un modello, diciamo « perfezionato » del normale FET è il transistore definito un tempo IG-FET da « Insulated Gate FET » oggi più noto come « MOS FET ».

Il tipo più elementare di questo altro nuovo (o relativamente nuovo; diciamo... nuovo per la nostra trattazione) è mostrato, sempre in sezione, nella figura 86. Come si vede, il Gate è isolato dal canale mediante una vera e propria superficie dielettrica, quindi non vi è alcuna giunzione e nessuna corrente diretta o inversa.

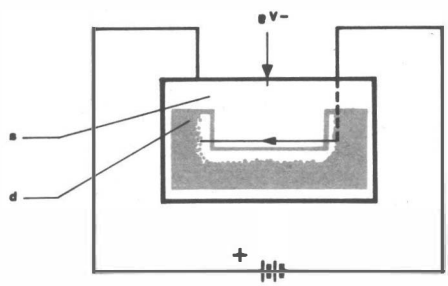


Fig. 85

per il pilotaggio diretto di trasmettitori decametrici, o in armonica per CB, ovvero per il lavoro nella conversione di apparati OM/CB, riceventi.

In questa versione L1 avrà 10 mm di diametro (supporto plastico) e 50 spire unite (senza spaziatura) di filo da 0,5 mm in rame smaltato.

La presa, come abbiamo detto, sarà effettuata a circa 12 spire dal lato massa, seguendo il rapporto tipico. Se si eleva il numero di spire presente tra Source e C1, ovvero si esegue la presa a 10 spire, il rendimento sarà certamente maggiore ma contemporaneamente l'oscillazione può farsi critica e tendere a spegnersi.

Il transistore, le resistenze, i condensatori, la bobina, possono facilmente essere montati su di un pannellino stampato (figura 83) questo, a sua volta, verrà introdotto in un contenitore metallico, a lavoro ultimato, e nella medesima scatola vi sarà anche il C1.

Le connessioni tra C1 ed il pannellino debbono essere corte, dirette, rigide; se possibile, il variabile sarà diretta-

Per capirne il funzionamento, supponiamo di polarizzare nel segno negativo lo straterello metallizzato che sovrasta l'isolante: le cariche positive che si trovano nel canale verranno attratte verso l'isolante ed il canale, di conseguenza si « stringerà »; si ridurrà di conseguenza la corrente del Drain.

Polarizzando nel segno positivo la metallizzazione del Gate, avverrà il contrario. Il canale risulterà allargato.

Questo transistor è quindi più flessibile del precedente, perché all'elettrodo di comando possono essere applicati tutti e due i segni della tensione. Inoltre, sempre comparando i due tipi di semiconduttore ad effetto di campo, diremo che il FET a giunzione ha senz'altro una impedenza alta (da 1 a 100 Mega ohm, nei modelli correnti) ma non estremamente elevata.

Il MOS-FET, o MOS è invece proprio nel campo delle impedenze illimitate, da tubo elettrometrico, in pratica, nell'ordine del milione di megahom (!!!) o maggiore.

Vi sono MOS (MOS FET) muniti di un solo Gate ed altri che ne possiedono due, ricavati con la medesima tecnica già osservata nella figura 86.

In genere il Gate 1 (G1) serve per l'ingresso del segnale, mentre il Gate 2 (G2) ha una funzione regolatrice, ottima ed efficacissima per l'applicazione del controllo automatico del guadagno negli stadi amplificatori di media frequenza, o per rivelatori a prodotto o altri innumerevoli impieghi.

Concluderemo questo « sguardo dentro ai FET » dicendo che gli elementi moderni lavorano con un buon rendimento sino alle UHF, mentre vi sono modelli particolari che possono lavorare nelle microonde.

La transamettenza di un MOS di buona qualità (corrispondente alla transconduttanza o « gm ») può salire oltre a 18.000, quindi questi dispositivi offrono un guadagno decisamente elevato.

Come ultima nota, aggiungeremo che i MOS, sino ad un paio d'anni addietro, erano elementi fragilissimi elettricamente, perché l'isolante che abbiamo osservato poteva essere facilmente distrutto da un campo elettrostatico o da una sovratensione minima. Gli odierni MOS e MOS-FET hanno una protezione interna ottenuta mediante diodi zener (per la formazione di questi, si veda il capitolo relativo ai Circuiti Integrati) quindi possono essere maneggiati e montati senza alcuna particolare precauzione, alla stregua di qualunque transistor al Silicio.

mente montato sulla basetta.

Poiché l'oscillatore lavora tra 3 e 14 Mhz, per provarlo non v'è di meglio di un ricevitore a onde corte. Detto, sarà sintonizzato verso i 10 Mhz e ruotando lentamente il C1, ad un certo punto si udrà netto il forte soffio che è generato dalla RF. Se il ricevitore ha la scala ben tarata (il che potrebbe essere verificato con il calibratore descritto in precedenza) è possibile tracciarne una per il VFO effettuando le corrispondenze di sintonia punto per punto.

COMPONENTI

C1: Condensatore variabile da 100 pF (si veda il testo).
C2: Condensatore a mica da 120 pF.
C3: Condensatore a mica da 100 pF.
C4: Condensatore ceramico da 4.700 pF.
JAF: Impedenza RF da 500 μH.
L1: Bobina formata da 50 spire di filo in rame smaltato da 0,5 mm. Supporto in plastica o ceramica da ∅ 20 mm.

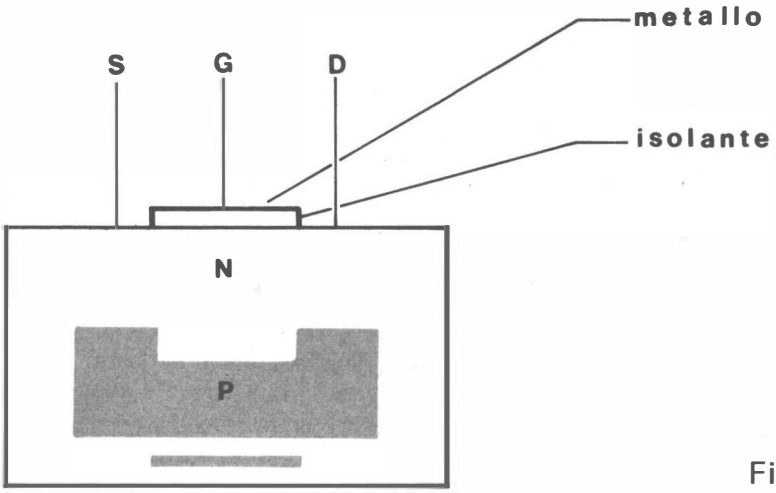


Fig. 86

Struttura tipica di un MOS FET.

SULLE ONDE CORTE

Nella figura 87, a titolo di esempio, e per integrare quanto detto sopra a proposito dei transistori MOS, riportiamo un oscillatore per onde corte che appunto ne impiega uno di tipo comune ed economico, facilmente reperibile a prezzo modesto: il modello « 40673 » della RCA.

I Gates di questo sono protetti mediante diodi, e sono riuniti perché nel nostro oscillatore non vi è alcuna necessità di controllare il guadagno offerto dal transistor mediante una tensione esterna.

Lo schema, grazie alla estrema semplicità, ed alla versatilità del transistore impiegato, può funzionare tra 2 Mhz e 72 (diconsi settantadue) Mhz; in questo caso, è ovvio, mediante un cristallo tagliato per l'Overtone (armonica meccanica superiore).

Fissi sono tutti quei pezzi che concorrono a situare l'accordo: R1, resistenza di polarizzazione; R2 e C2 filtro disaccoppiatore; il transistor medesimo.

Variabili il cristallo, L1/C1 ed il Link L2 che trasferisce all'esterno il segnale RF generato.

Questo apparecchio è presentato in forma prettamente didattica ed esemplificativa, quindi potrebbe essere sorvolato ogni dettaglio pratico; crediamo però sia utile porre un cenno di utilità. Specialmente se lo si vuole impiegare come generatore a 144 Mhz in seconda armonica, ovvero come generatore di segnali per i « due metri »: gamma di frequenza per radioamatori ora tornata assai attuale grazie alle faci-

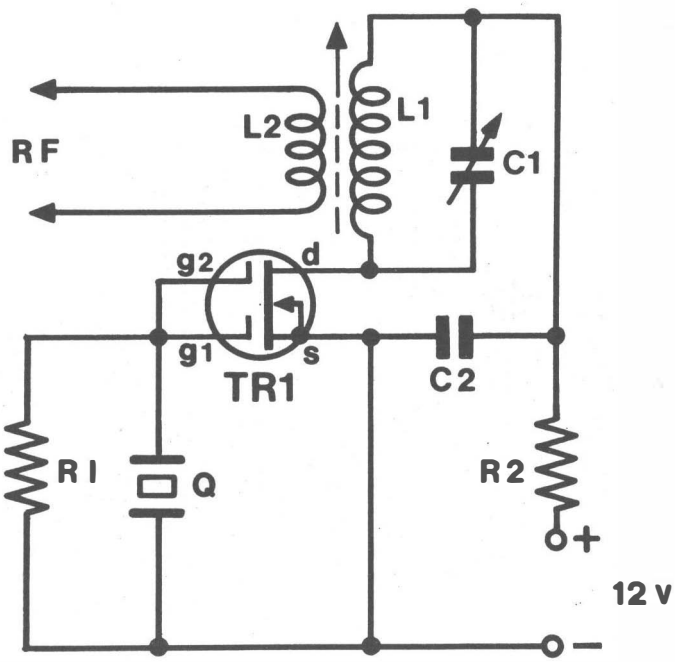


Fig. 87

Schema elettrico generale.

litazioni ben note di esame e di licenza.

In tale funzione l'apparecchio lavorerà a 72 Mhz, con un cristallo Labes, e C1 sarà da 3/15 pF, mentre la L1 avrà 8 spire dal diametro interno di 10 mm. Il filo che costituisce l'avvolgimento sarà in rame argentato da 1 mm di diametro. Tra spira e spira la spaziatura sarà di circa 2 millimetri, o maggiore, occorrendo per l'accordo.

Il Link, o accoppiamento verso il circuito amplificatore-duplicatore (L2) avrà una sola spira piena, inserita nell'avvolgimento principale e realizzata in trecciola isolata in Vipla.

Un semplice montaggio funzionale è riportato nella figura 88; si tratta di un pannellino stampato che regge ogni parte.

Il segnale esce ai capi « RF » che corrispondono al Link.

Il TR1 non ha difficoltà di montaggio né di saldatura; le connessioni sono fondamentali, è ovvio: occorre non scambiarle.

L'alimentazione « tipica » è a 12 V, ma già a 6 V l'apparecchio funziona bene, con una tensione-segnale di uscita paragonabile a quella di ogni altro apparecchio analogo. Sino a 14-15 V non accade alcuna rottura ed il segnale è via via più intenso, anzi, a queste tensioni oscillano anche i quarzi un po' « pigri ».

Il circuito funziona quando L1/C1 sono allineati sulla frequenza del cristallo, se non vi è allineamento, non vi è innesco.

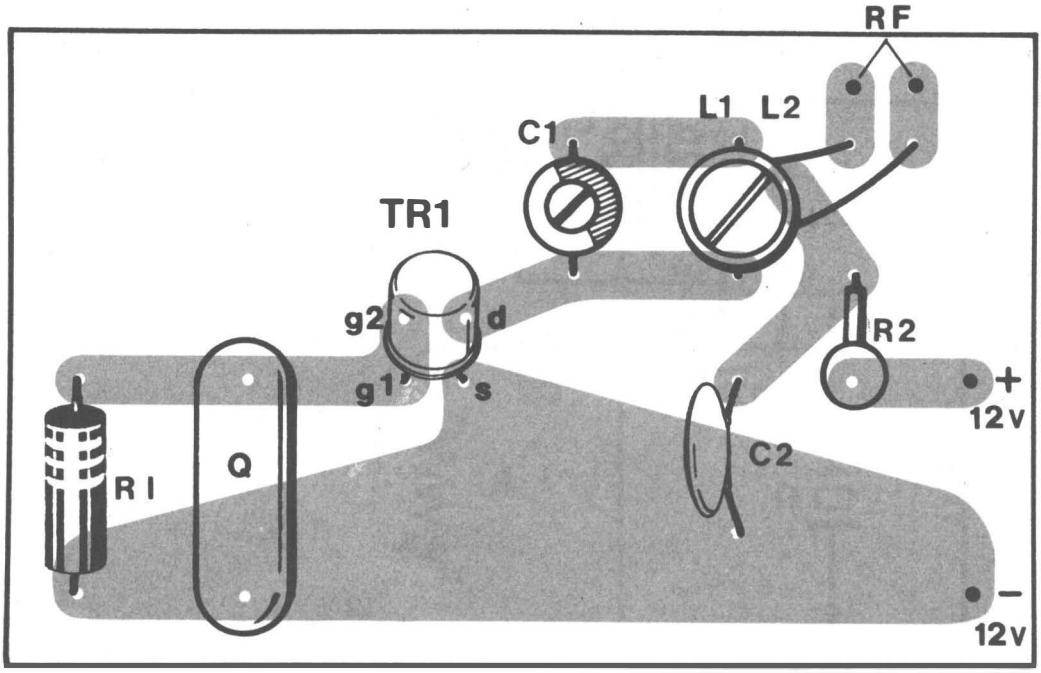


Fig. 88 **Basetta e disposizione dei componenti.**

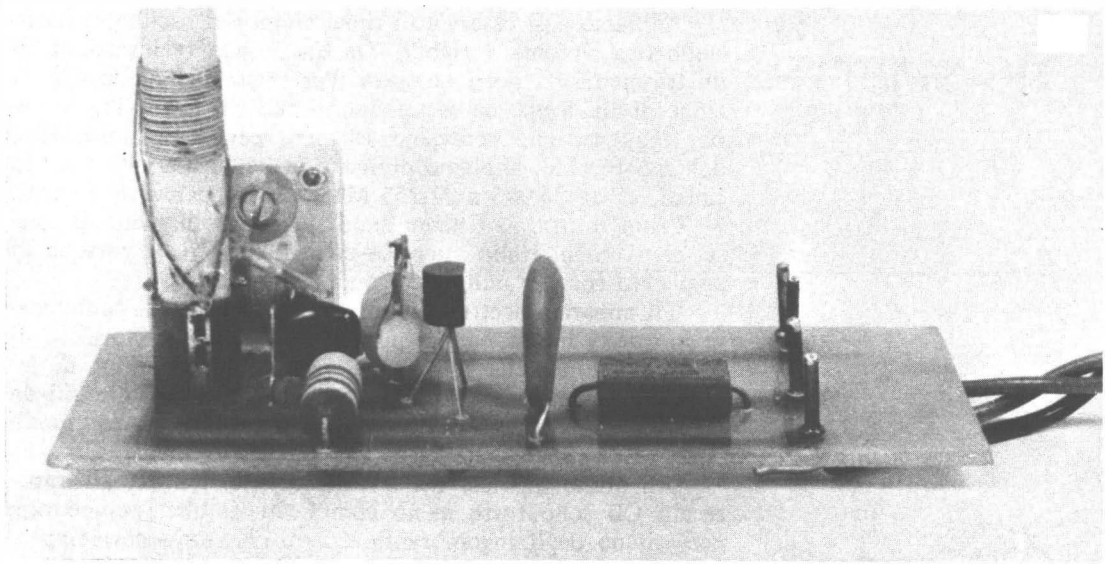
Può quindi essere collaudato, in assenza di strumenti migliori, con la semplice misurazione del segnale RF in uscita, effettuata con un voltmetro elettronico o un Tester dalla elevata sensibilità (munito di rivelatore RF) connesso all'uscita, al Link.

In assenza di attività, ai capi RF non si avrà alcuna portante. Ruotando C1, invece, si può giungere ad una buona tensione-segnale, perfezionabile e migliorabile regolando il compensatore e la bobina.

Per quel che concerne L2, il Link che trasferisce la RF all'uscita, si inserirà direttamente la spira tra le spire di L1; la posizione è assai importante per quel che è la resa. In genere, il maggior ricavo verrà dall'accoppiatore posto tra il terminale che va alla R2 e C2.

Al centro della L1 il risultato apparirà scadente, peggiore avvicinandolo al Drain del transistore.

Come abbiamo detto, a differenza di altri, questo circuito è ottimo per frequenze elevate, e la sua utilità è da inquadrare in questo pensiero. Un oscillatore VHF buono per trasmissione, o convertitori, quindi; un efficiente VOO (generatore quarzato multiuso).

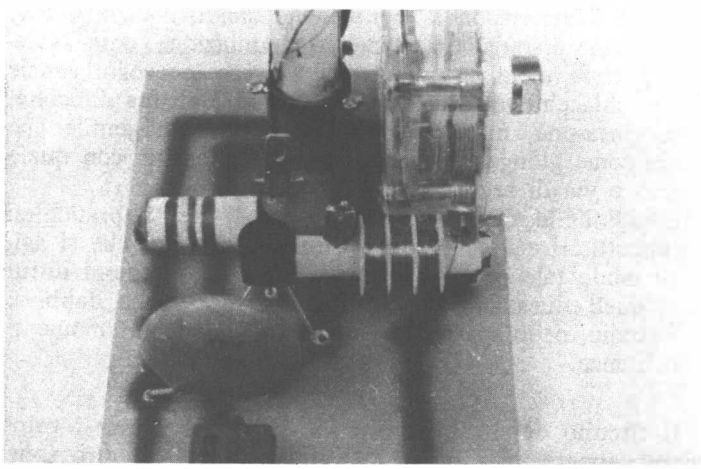


Prototipo a montaggio ultimato. Il kit, numero RE 17, è disponibile a richiesta.

COMPONENTI

C1: Per la frequenza di 72 Mhz, 3/15 pF.
C2: Condensatore ceramico da 100 pF.
L1: (si veda il testo).
Q1: Cristallo da 72 Mhz in « overtone ».
R1: Resistenza da 2 Mega ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 100 ohm, ¼ W, 5%.
TR1: Transistore MOS, modello 40673, RCA.

RE 17



Particolare circuitale. Si osservi l'ordinata disposizione.

UN TRASMETTITORE

Abbiamo così osservato i tipici esempi di oscillatori a cristallo o a sintonia variabile. Da questi alla realizzazione di un trasmettitore, poco ne corre. Per la maggiore documentazione di chi legge, ne esamineremo uno tra poco. Tra le varie frequenze che potevamo scegliere per il funzionamento dell'apparecchio, abbiamo preferito la banda CB che, con 23 canali, va da 26,965 a 27,255 Mhz. Questo per varie ragioni.

Prima di tutto la Citizen Band è oggi un fenomeno di massa, che solo in Italia interessa circa 2 milioni di persone di ogni ceto sociale, cultura e genere d'interessi.

Gli apparati ricetrasmittenti che consentono di comunicare in questa banda hanno quindi una diffusione enorme e di certo il lettore nelle sue letture avrà avuto occasione di incontrare qualcuno e solo l'esame pratico di simili circuiti dà la conoscenza necessaria per ripararli, eventualmente modificarli o semplicemente farne un impiego ottimale.

Dal punto di vista della realizzazione, inoltre, gli apparecchi CB sono forse meno complicati di altri perché non necessitano degli ingombranti accordi che sono parte insopportabile dei trasmettitori per onde « Decametriche » ovvero per radioamatori - OM.

Non debbono inoltre avere nemmeno le potenze di questi; anzi la massima potenza legale nei CB è 2 W.

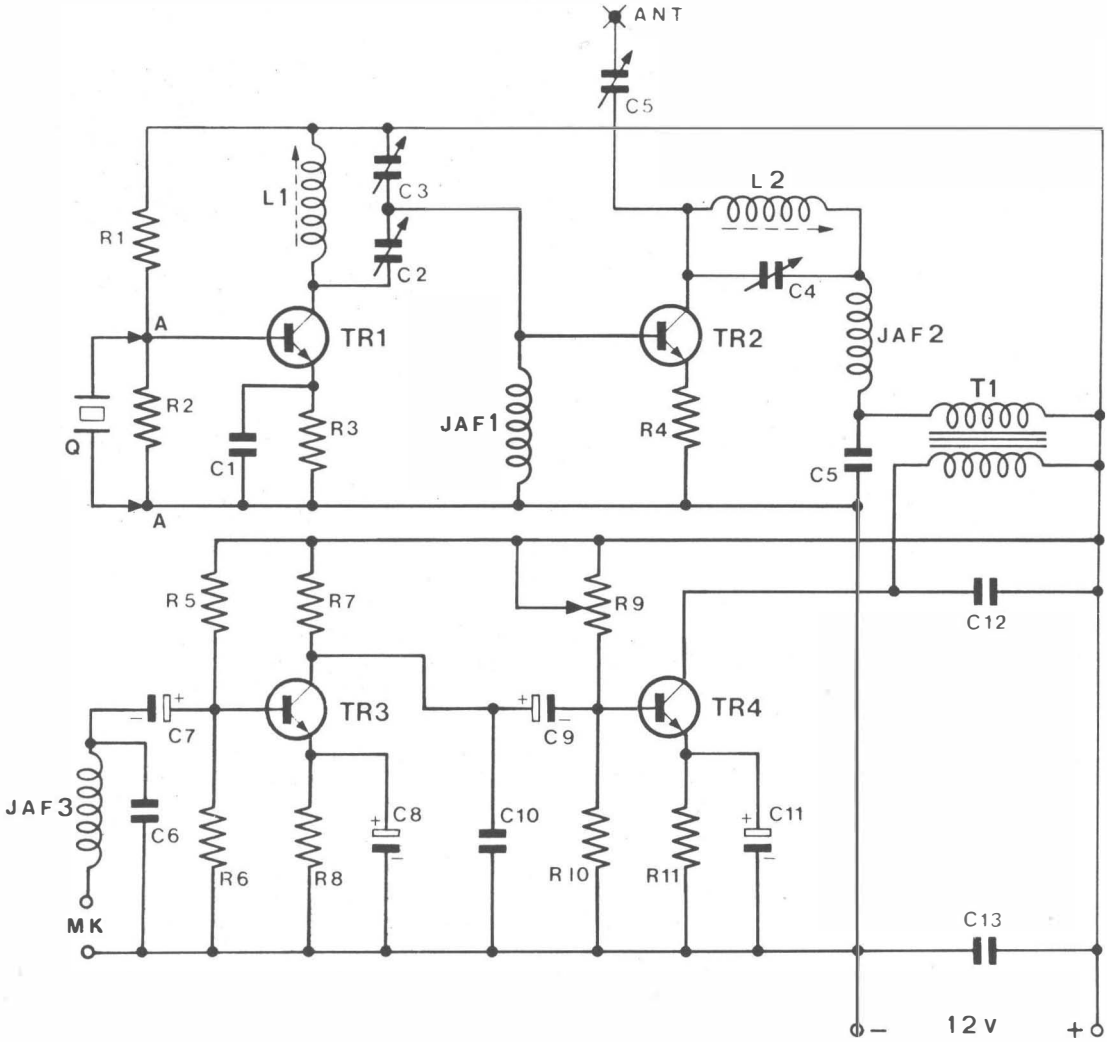
Data la diffusione di cui dicevamo, oggi, le parti per questo genere di apparecchi si trovano senza difficoltà; i quarzi costano poco e tutti i buoni distributori di ricambi li hanno in stock; altrettanto va detto per i transistori e gli accessori (impedenze RF, variabilini ceramici da 3/30 pF ecc. ecc.) nonché per le antenne a frusta, stilo caricato ecc.

Nulla di meglio quindi, veramente, per far pratica di trasmissione vi è della CB, come gamma. Anche perché, volendo provare gli apparecchi nella piena legalità basta effettuare un versamento di L. 15.000 sul CCP 1/4410 e senza alcun esame o permesso è consentito trasmettere.

Concludendo, vi è ancora da sottolineare che in altre bande di frequenza sovente è difficile trovare qualche altro sperimentatore che risponda prontamente dando i « controlli »; ovvero come appare la potenza, la modulazione, cosa avviene eseguendo modifiche. Nella CB, invece, per ogni canale vi è un chiacchiericcio fitto fitto e non vi è alcuna difficoltà, proprio nessuna, nel trovare il corrispondente gentile che spieghi come giunge il segnale, con che intensità, con quale stabilità e via di seguito.

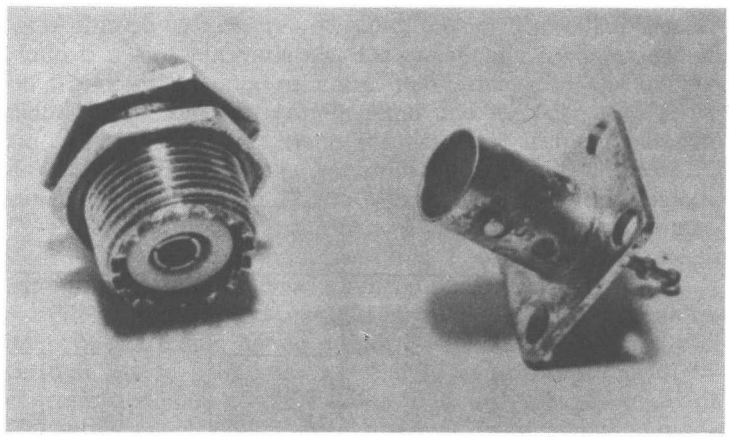
E' quindi la CB la « palestra » ideale per impratichirsi di trasmettitori e trasmissione? Certamente sì, purché si agisca in modo tale da non disturbare le comunicazioni altrui e con quell'educazione che distingue ogni persona dabbene nello studio, nelle sperimentazioni, e in tutti i vari momenti dell'esistenza.

Il circuito del trasmettitore che proponiamo per i principianti, appare nella figura 89. Come si nota, quattro sono i transistori impiegati; di essi, il TR1 è l'oscillatore a cristal-



Schema elettrico generale.

Fig. 89



Alcuni esempi di connettori da usarsi per ridurre al minimo le perdite di radiofrequenza.

lo, TR2 l'amplificatore di uscita RF; TR3 l'amplificatore microfonico e TR4 il modulatore.

Il TR2 assorbe come minimo 100-120 mW, quindi la potenza effettivamente disponibile all'antenna è leggermente superiore ai 90 mW; poiché l'amplificatore audio formato da TR3 e TR4 dà una potenza di uscita che si aggira sugli 80 mW, la modulazione è del 90-100%.

Si può dire che l'apparecchio, pur di limitata potenza, sia un tutto completo ed ottimamente esemplificativo: una stazione trasmittente quasi . . . « in scala ridotta ».

Vediamone i particolari.

TR1 è un transistore 2N1613. Lavora nella classica configurazione Pierce, con il quarzo inserito tra base e massa e l'accordo sul collettore.

R1-R2 polarizzano l'elemento, dando una buona stabilizzazione nei confronti della deriva termica. Questa è migliorata dalla R3, che per la RF viene bipassata dal C1.

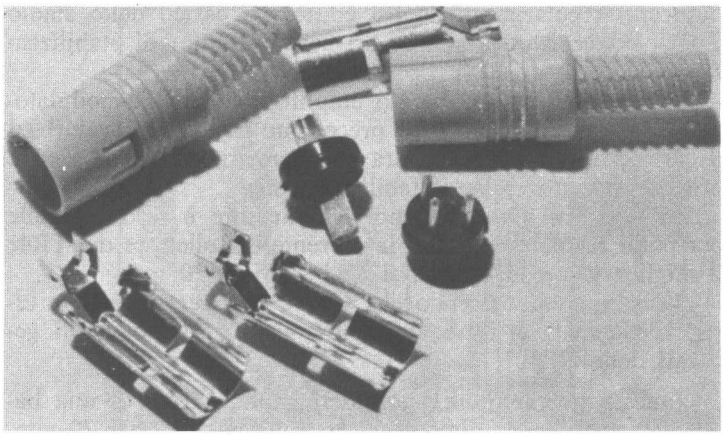
C2 e C3, con la L1 risuonano su una frequenza eguale a quella del quarzo. I primi servono anche da partitore capacitivo per trasferire allo stadio che segue la massima energia RF. Le funzioni non sono in antitesi, perché con una regolazione paziente ed accurata, « mentre » si allinea lo stadio avviene anche l'adattamento delle impedenze.

TR2 funziona in classe B-C; in altre parole conduce solo quando il segnale RF raggiunge la cresta positiva. Si ha, così, un buonissimo rendimento ed una stabilità termica di tutto riposo, accentuata dalla presenza della R4.

La JAF1 chiude il circuito di polarizzazione, mentre L2/C4 formano l'accordo di uscita generalmente detto il « Tank » del trasmettitore.

C5 serve per adattare all'antenna la sorgente di segnale. Il TR2 è alimentato tramite T1, JAF2 e la L2 medesima.

C5 disaccoppia la RF residua che fosse presente al capo « freddo » dell'impedenza.



Per il collegamento del microfono e della bassa frequenza in genere, si possono impiegare connettori tipo DIN.

Ora, è da notare che il trasformatore T1 ha l'altro avvolgimento connesso sul collettore del TR4; avviene così che ogni variazione nella corrente audio che attraversa il primario, si imprima su quella che è assorbita dal TR2 attraverso il secondario. Si ha così la più classica delle modulazioni, quella già da decenni impiegata per i tubi elettronici. Il fatto che il trasformatore limiti la banda del segnale non interessa perché questo apparecchio non deve trasmettere musica, ma solo la voce dell'operatore che come è nel normale avrà poche migliaia di Hz di banda, tutt'al più.

Osserviamo ora la parte audio.

L'ingresso è previsto per un microfono magnetico, che potrà essere da 1.000 ohm o valori analoghi; per esempio, qui va assai bene quella capsula che è usualmente data a completamento dei registratori a nastro giapponesi da poche migliaia di lire. Non è molto fedele, questa, ma come abbiamo visto la cosa ha scarso rilievo: per contro eroga un segnale ampio, fattore di un certo interesse, dato che tutto il canale amplificatore audio ha un guadagno complessivo di 58-60 dB, quindi ottimo ma non ingente.

A parte la risposta del trasformatore di uscita, la banda passante sarebbe compresa entro 3 dB tra 100 Hz e 12.000 Hz circa; sovrabbondante addirittura per l'impiego. La distorsione alla massima potenza è di circa il 5-7%; non proibitiva, diciamo « normale » per questo genere di dispositivo.

Scorriamo ora brevemente il circuito.

La JAF3 inserita all'ingresso serve ad evitare che vi siano dei « ritorni » di RF attraverso il microfono o il suo cavo, « ritorni » che si tradurrebbero in acuti sibili, distorsioni fortissime e simili piacevolezze.

Il C6 serve come By-pass, completando l'effetto dell'avvolgimento.

C7 è l'elemento che trasferisce alla base del TR3 l'audio;

base che è polarizzata da R5 ed R6. Il carico dello stadio è R7; sull'emettitore si trova il solito circuito di stabilizzazione, formato da R8 e C8.

C9 porta il segnale audio amplificato al finale-modulatore, che è del tutto simile al precedente salvo per i valori ed il carico; anche questo lavora con l'emettitore a massa ed è previsto per una buona stabilità termica.

Si noti R9. Questo ramo del partitore è reso variabile per poter regolare con cura la corrente di collettore del TR4; il miglior valore di questa si aggira sui 18-20 mA.

Concluderemo dicendo che C10 e C12 servono come ulteriori elementi di filtraggio contro gli inneschi parassiti generati dalla RF.

Questo trasmettitore può essere realizzato su di una basetta stampata dalle dimensioni assai piccole: 50 per 70 mm. Le piste sono mostrate nella figura 90.

Le due bobine devono essere avvolte impiegando dei supporti di polistirolo del diametro di 8 mm muniti di nucleo ferromagnetico svitabile.

Le spire saranno identiche per ambedue: 18, di filo in rame smaltato da 0,6 mm, accostate.

Gli avvolgimenti pronti, è bene che siano verniciati con il « Q-Dope » o analogo collante RF ad evitare che le spire si svolgano o si spostino nel tempo.

Per il quarzo si impiegherà uno zoccolo, al fine di sostituirlo senza difficoltà, scartando i cristalli a fili stagnabili.

E' infatti un grosso vantaggio poter variare la frequenza solo inserendo direttamente nel supporto i quarzi dei vari canali disponibili; vi sarà sempre una difficoltà di impiego lavorando in monocanale; una volta qualche stazione più potente impedirà i controlli, l'altra potrà mancare ogni QSO dato che i possibili corrispondenti sono altrove . . . e di seguito.

Converrebbe anzi addirittura prevedere una serie di quattro o sei cristalli commutabili; tarando l'oscillatore per la frequenza centrale, nei canali prossimi non si noterebbe una variazione di rendimento notevole.

Veda comunque il lettore, se intende apportare all'apparecchio questa interessante modifica, che ha il solo « torto » di comportare una spesa di circa seimila-ottomila lire in più.

A parte queste note specifiche, il montaggio non è più complicato di quello di qualunque altro « quattro-transistori ». Le norme di montaggio saranno quindi identiche; non si debbono surriscaldare i transistori, è necessario fare molta attenzione alla polarità dei condensatori elettrolitici. Prima di montare una resistenza si deve vedere bene se il valore è quello che serve. Molti, senza saperlo, hanno una forma di Daltonismo parziale che rende non molto facile distinguere il blu dal verde ed il rosso dal violetto. Questo fenomeno è rivelato proprio da occasioni come la selezione di resistenze, perché il difetto visivo, a meno che una persona non faccia il litografo-cromista o qualcosa del genere può condurre una esistenza assolutamente normale e non scoprire mai di averlo.

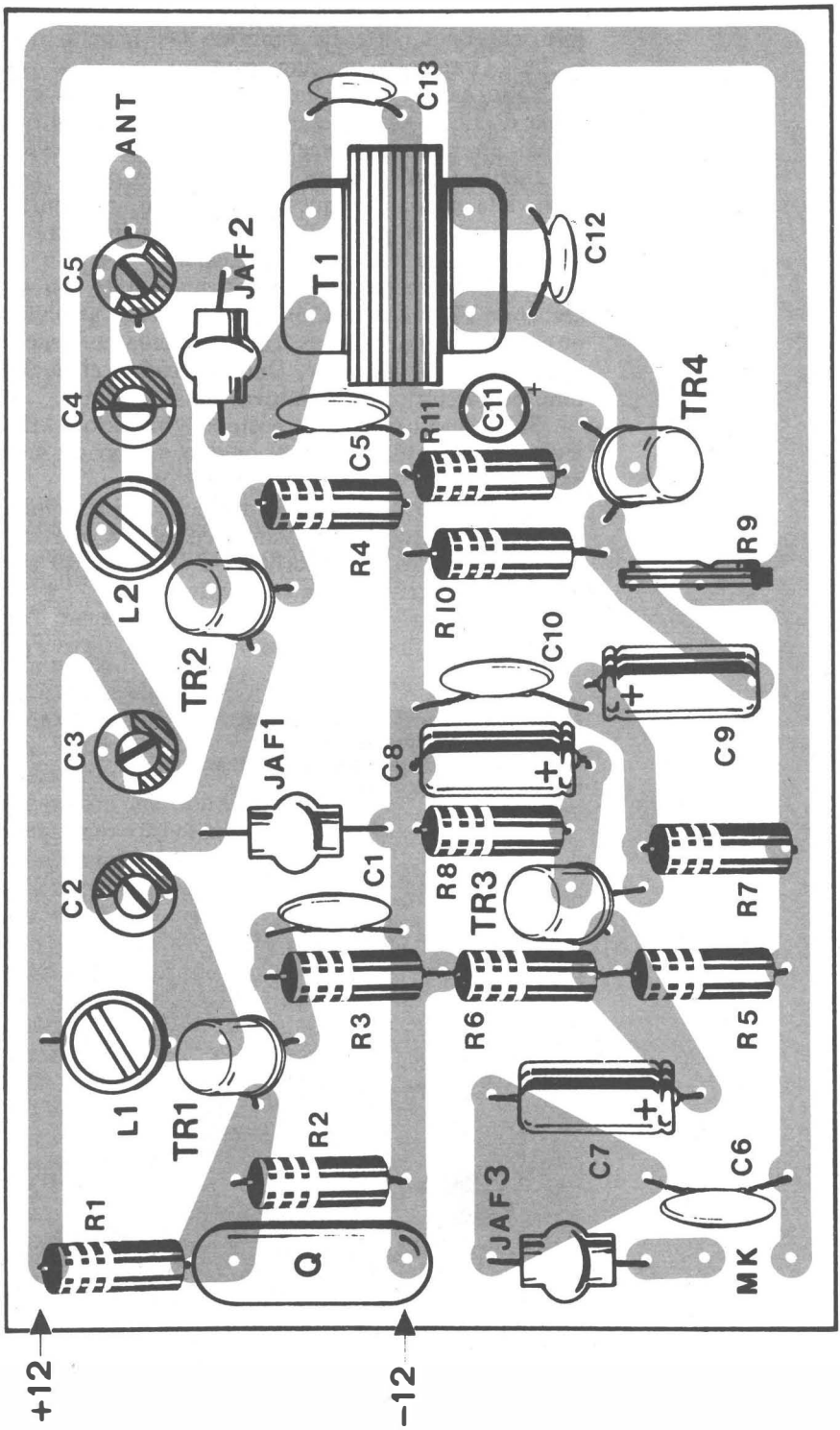


Fig. 90 **Basetta e disposizione dei componenti.**

Per prima cosa ci si accerterà che R9 sia al massimo valore, che ogni parte sia connessa nel rispetto delle polarità e che « Q » faccia un buon contatto con lo zoccolo.

Fatto ciò, si può alimentare l'apparecchio con una tensione di 12 V, avendo cura di inserire sul positivo o sul negativo un milliamperometro da 100 mA o valore analogo.

Inizialmente la presa per il microfono MK sarà posta in corto alla massa. In queste condizioni, ruotando (mediante un cacciavite in plastica) C3 e C4 si noterà che la corrente assorbita tende a crescere, o a calare.

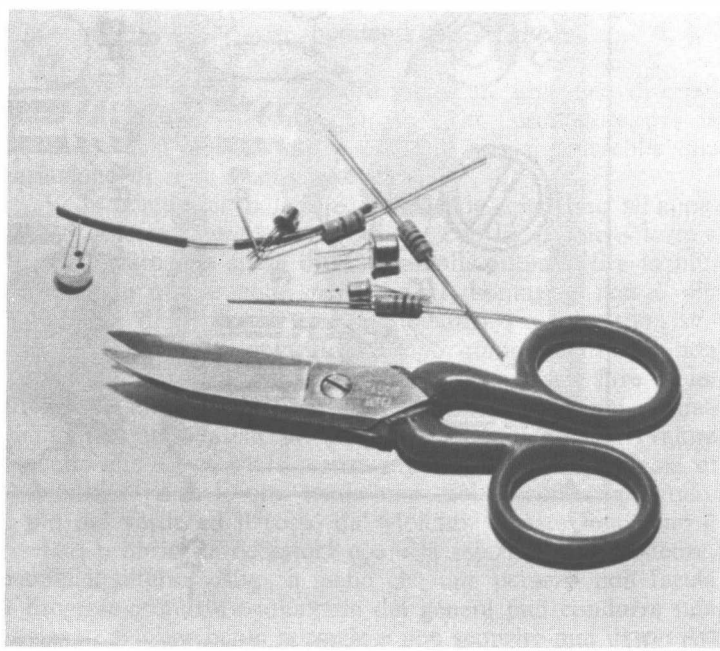
I due compensatori saranno manovrati con attenta cura cercando di ottenere la massima corrente assoluta. Passando al C4 si avrà un ulteriore aumento della corrente, quando la posizione è quella ideale. Una ritoccatina ai nuclei delle bobine potrà sortire la definitiva messa a punto.

Si toglierà ora il corto posto sull'ingresso « MK » e si collegherà una cuffia da 2.000 ohm o meglio da 4.000 ohm ai capi del C12.

Applicando il microfono magnetico ai terminali, in cuffia si udranno i suoni circostanti, ed allora, parlando davanti alla membrana a voce normale, si regolerà R9 sino ad ottenere la massima potenza indistorta.

Non manca, a questo punto, che collegare l'antenna, regolare C5 per il massimo campo irradiato e . . . comunicare!

Le vecchie forbici da elettricista: un utensile sempre utile per le più svariate operazioni attuate nei montaggi elettronici.



Nota: La sezione RF di questo trasmettitore, se è regolata con attenzione, se i transistori sono ad alto « Beta », ed infine se il cristallo è molto attivo, può giungere facilmente a 300-400 mW assorbiti. Non conviene però cercare di spingere al massimo il tutto, altrimenti la RF risulterebbe sottomodulata con uno sgradevole effetto per chi ascolta senza che vi sia una contropartita pratica, a parte la possibilità di chiamare con maggiore energia.

COMPONENTI

C1: Condensatore ceramico da 220 pF.
C2: Condensatore ceramico a pisco: 3/30 pF.
C3: Eguale al C2.
C4: Eguale al C2.
C5: Condensatore ceramico a disco da 4.700 pF.
C6: Eguale al C5.
C7: Condensatore elettrolitico da 10 μF/15 V.
C8: Condensatore elettrolitico da 50 μF/15 V.
C9: Eguale al C8.
C10: Condensatore ceramico da 10.000 pF.
C11: Condensatore elettrolitico da 200 μF.
C12: Condensatore ceramico da 2.200 pF.
C13: Condensatore ceramico da 47.000 pF.
JAF1: Impedenza RF da 30 oppure 50 μH.
JAF2: Eguale alla JAF1.
JAF3: Eguale alla JAF1.
L1: Si veda il testo.
L2: Si veda il testo.
R1: Resistenza da 12.000 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 4.700 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 51 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 2 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistenza da 39.000 ohm, ¼ W, 5%.
R6: Resistenza da 5.600 ohm, ¼ W, 5%.
R7: Resistenza da 3.300 ohm, ¼ W, 5%.
R8: Resistenza da 1.000 ohm, ¼ W, 5%.
R9: Trimmer potenziometrico lineare da 10.000 ohm.
R10: Resistenza da 1.800 ohm, ¼ W, 5%.
R11: Resistenza da 100 ohm, ¼ W, 5%
TR1: Transistore 2N914 o similare.
TR2: Transistore 2N1893 (SGS).
TR3: Transistore BC108.
TR4: Transistore 2N1893 (SGS).
T1: Trasformatore per pilotaggio di Push-pull da 1 W. Primario, 25 ohm, secondario 40 ohm.

IL CAMPO ELETTRICO

Nelle due ultime righe della precedente trattazione abbiamo fatto cenno alla misurazione del campo irradiato.

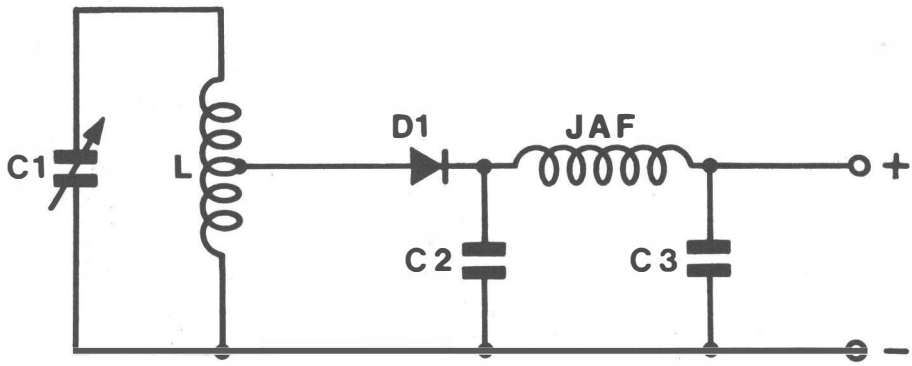
Certamente questo sistema è il più valido per mettere a punto ogni genere di oscillatore o trasmettitore, ma in pratica, come lo si attua?

Semplice. Basta costruire una specie di rudimentalissimo ricevitore a diodo e misurare la tensione che esce ai suoi capi per effetto della rivelazione, con un millivoltmetro.

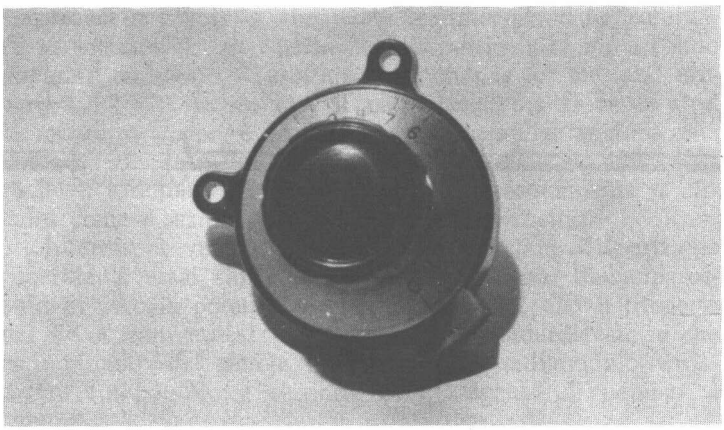
Il circuito di tale misuratore di campo ad assorbimento appare nella figura 91. Come si vede, il tutto è formato da una bobina che con il C1 risuona sui 26-27 Mhz, per la CB.

Ad una presa sulla bobina, per non minimizzare il « Q » del circuito oscillante, è collegato il diodo rivelatore. JAF, C2 e C3 formano un filtro RF. Il complesso, mediante apposite boccole può essere impiegato con il tester. E l'accoppiamento verso il trasmettitore? Non vi è, per via « meccanica », diciamo. La L1, posta vicino al trasmettitore o all'oscillatore che si desidera verificare, sarà immersa nel campo elettromagnetico RF generato da questo; pertanto se « assorbirà » una parte che poi, rivelata, produrrà la segnalazione nel tester. Di qui, il nome che identifica l'apparecchio.

Il montaggio di un dispositivo del genere è semplicissimo. La L1 potrà avere un supporto in plastica o ceramica del diametro di 20 mm (serve assai bene un tubetto per caramelle di Plexiglass) le spire saranno 15, in rame smaltato, accostate. La presa sarà effettuata alla quarta spira contando



Schema elettrico generale. Fig. 91



Manopola con scala tarata idonea per la verifica dei punti di accordo.

dal negativo generale.

C1, con le altre parti di minore ingombro, potrà essere contenuto in una scatoletta metallica effettuando un assemblaggio del genere di quello mostrato nella figura 92.

Questo misuratore non prevede il controllo della sensibilità, che sarebbe utile in molti casi e ciò non per trascuratezza; il fatto si è che la sensibilità può essere regolata commutando opportunamente il Tester.

E' chiaro che se all'uscita vi è un indicatore da 500 μA, il tutto diviene dieci volte più sensibile di quando ve n'è uno da 5 mA, e cento volte più sensibile di quando il Tester è commutato su 50 mA.

Quindi, ogni volta che vi è la necessità di rendere più o meno sensibile l'indicatore, basta effettuare la commutazione

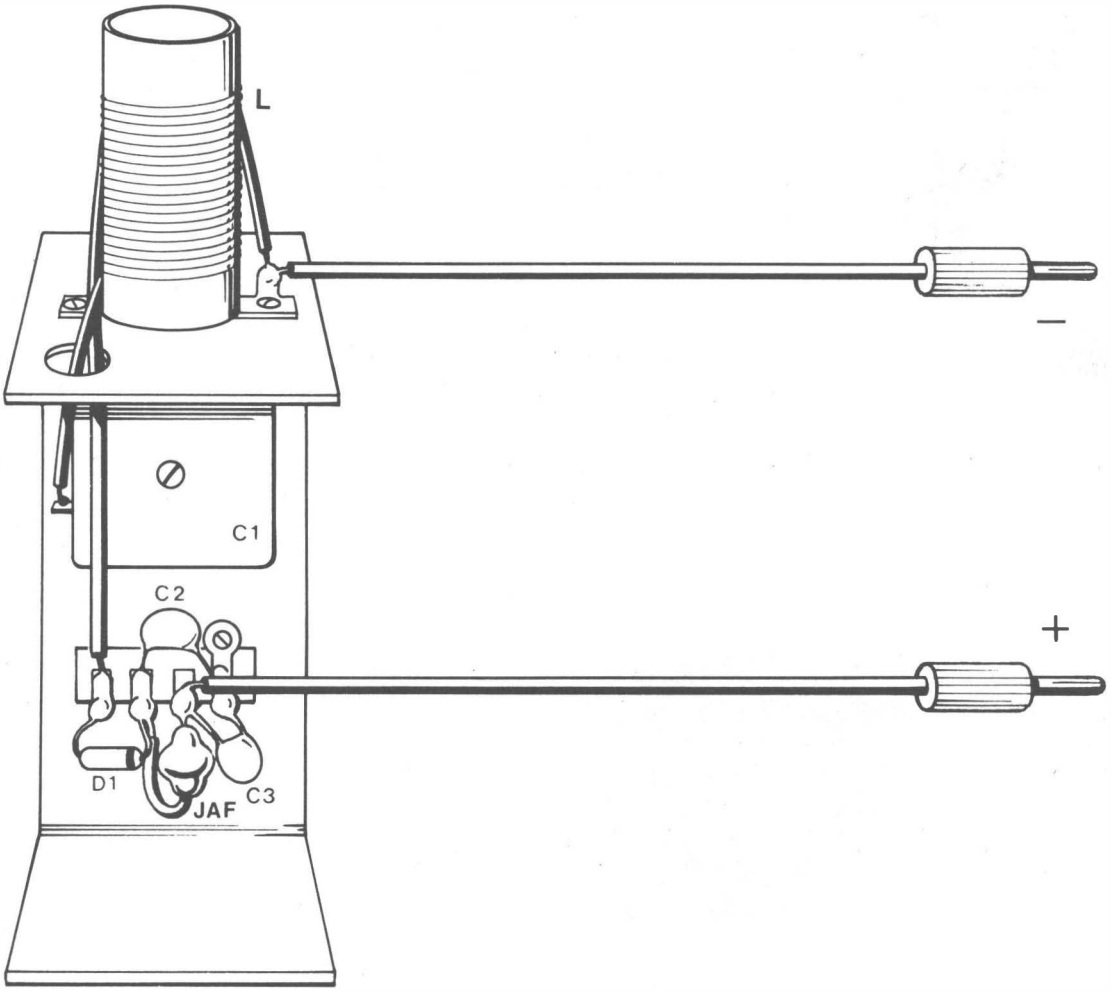


Fig. 92 **Piano generale di montaggio.**

« esterna ».

Le prestazioni dell'apparecchietto sono del tutto soddisfacenti.

Quando all'uscita è applicato un indicatore da 250 oppure 500 μA, effettuata la sintonia mediante il variabile, si ha la netta rilevazione del campo irradiato da un oscillatore di piccola potenza, come ad esempio quello di figura 89 fatto funzionare senza stadio finale RF, a 80 o 90 mm di distanza dalla bobina captatrice.

Volendo essere « preziosi » e disponendo di un radiotelefono CB a più canali, si può tracciare per il variabile del misuratore di campo una scalettina; complemento nient'affatto indispensabile.

TX MEDIA POTENZA

Nella figura 89, abbiamo riportato il circuito di una intera stazioncina CB, di piccola potenza.

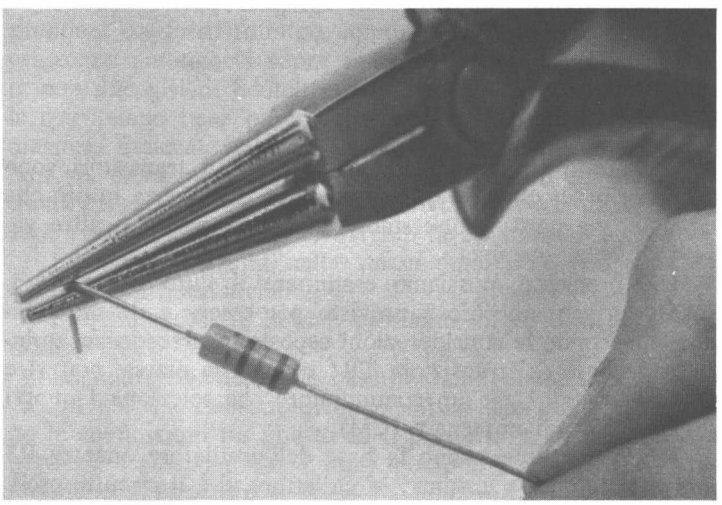
Come abbiamo detto, essa lavora sulla base dei 100-150 mW ed un valore del genere, pur essendo valido sulle distanze molto ridottte, non è del tutto « reale » nel campo specifico, pur essendo valida, invece sui 144 Mhz, tanto per fare un esempio.

Nella CB, per poter colloquiare in scioltezza, senza che le interferenze rendano spezzettato il collegamento, occorre almeno 1 W di potenza, e la maggioranza delle stazioni ricetrasmittenti di produzione industriale erogano 3,6 W; oppure 5 W.

Come abbiamo detto, gli ultimi dettami PPTT impongono la potenza massima di 2 W, ma questa limitazione al momento non è rispettata, quindi con le piccolissime stazioni farsi udire è piuttosto complicato, almeno di giorno quando il traffico è più intenso.

Proponiamo quindi al lettore cui interessa la CB, la trasmissione in genere, o che vuole semplicemente approfondire le sue nozioni in questo campo particolare, un secondo apparato emittente. Si tratta di uno chassis RF che può erogare 1,5-2 W; rientra quindi nella legge ma si fa sentire. Il modulatore non è trattato, per la semplice ragione che abbiamo già visto un amplificatore audio da 2 W nella figura 24 e sarebbe assurdo riproporne pedissequamente il circuito come « sezione » di quest'altro apparecchio.

Interesserà vedere che il complesso, come disposizione generale, è assai simile alla sezione emittente dell'apparecchio di piccola potenza. Infatti, si può dire che il progetto dei TX a transistor sia oggi abbastanza standardizzato, e che ogni circuito del genere impieghi degli stadi-modulo variamente componibili a seconda delle esigenze di potenza e gamma.



Nell'esecuzione di un trasmettitore è fondamentale un'accurata preparazione dei componenti.

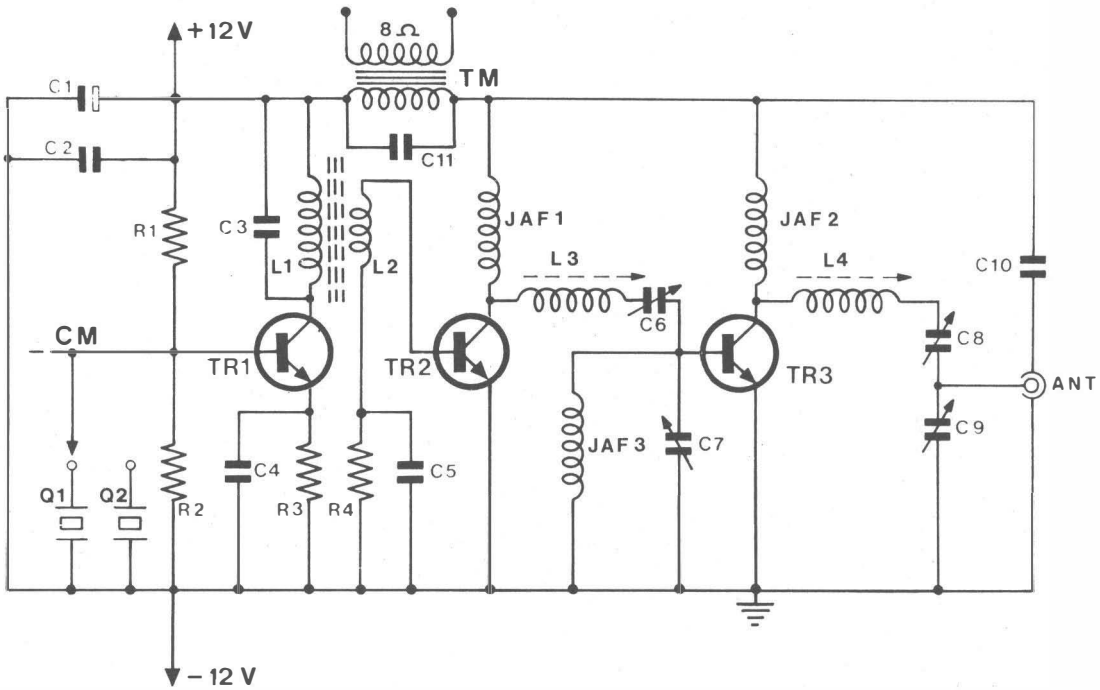


Fig. 93 **Schema elettrico generale.**

i transistor

In questo caso specifico, ad esempio, i transistori sono tre proprio per ottenere quel « tantum » di potenza in più che si vuole, ma non vi sono stadi con base a massa o altre variazioni nella sostanza.

Ciò premesso, possiamo esaminare il tutto nei dettagli.

Questo apparecchio è previsto per essere « almeno » bicanale, secondo le considerazioni esposte in precedenza, quindi tra la base del transistore TR1 e verso la massa, non vi è un solo cristallo, ma un commutatore che seleziona i quarzi che si decide di impiegare (CM).

R1 ed R2 polarizzano la base dell'oscillatore, mentre R3 contrasta la deriva termica. Al collettore vi è il circuito oscillante, che può essere accordato con la semplice manovra del nucleo avvitato tra L1 ed L2.

La RF ricavata, mediante un Link di tre spire (L2) perviene allo stadio successivo. R4, bipassata dal C5 previene per quest'altro ogni fluttuazione termica. Il collettore del TR2 è alimentato tramite una impedenza RF (JAF1) e l'accordo consiste nella serie L3/C6. C7 completa i lcircuito per il miglior adattamento con lo stadio di uscita, mentre la JAF3 provvede all'autopolarizzazione di quest'ultimo. Anche TR3 è alimentato per via di una impedenza; qui, la JAF2. L'accordo di uscita ed il carico di antenna sono semplicemente realizzati con la serie L4/C8, e con quest'ultimo che forma un partitore col C9.

Il circuito di alimentazione del complesso è fatto in modo da evitare la modulazione dello stadio oscillatore. Vediamo infatti che il positivo generale è bipassato da C1 e C2, quindi C3 ed L1 sono esclusi dai segnali audio. Per contro, il pilota TR2, ed il finale TR3, essendo a « monte » del secondario, risultano modulati.

In tal modo si ottiene una migliore stabilità ed un buon rendimento complessivo.

Come di solito, le bobine saranno la prima « preoccupazione » di chi si accinge a costruire l'apparecchio. L1 sarà avvolta su di un supporto plastico da 8 mm, munito di nucleo svitabile; il filo sarà quello consueto in rame smaltato da 0,6 mm ∅. Le spire saranno 14, accostate.

Sulla L1, dal lato in cui questa farà poi capo al positivo generale, si avvolgeranno le tre o quattro spire che costituiscono la L2; potranno essere in filo smaltato da 0,8 mm. Per evitare che il tutto si sposti o si svolga occorrerà il solito collante RF che fissi le spire.

L3 avrà 16 spire, in filo di rame smaltato da 1 mm, diametro 8 mm.

Per eseguire questa, che non prevede supporto, conviene prendere un ferro rotondo, appunto da 8 mm, spalmarlo di grasso ed arrotolarvi sopra il filo. Fissatolo provvisoriamente con due giri di Scotch posto ai termini, e controllato che le spire siano bene parallele, si può pennellarlo con cura di mastice. Essiccato che sia questo, la bobina può essere sfilata via dalla barretta rotonda alla quale non si sarà appiccicata grazie all'unto. Un nucleo ferromagnetico da ∅ 7 mm sarà avvitato all'interno ed avremo la L3 pronta da montare.

L4 verrà costruita nella stessa maniera e con le stesse identiche caratteristiche.

Preparate così le bobine passiamo all'assemblaggio generale.

La figura 94 mostra la basetta stampata da adottare, che reca il « CM » esterno; diciamo subito che più brevi saranno le connessioni tra questo ed il pannello, meglio sarà. Connessioni eccessivamente lunghe possono degradare le caratteristiche o impedire il funzionamento « tout court ».

Gli zoccoli previsti per i cristalli sono sei, ed il commutatore ha queste posizioni; nulla però impedisce di prevede-

re 8 oppure 10 canali (salvo la maggior spesa - sic!). Il montaggio delle resistenze non presenta problema alcuno, non così quello dei compensatori.

In questo apparecchio si impiegano i Rosenthal a disco rotante, non a torto divenuti diffusissimi nelle apparecchiature per comunicazioni a onde corte/VHF. Non a torto data la loro elevata qualità.

Questi compensatori hanno tre contatti disposti a triangolo; ma osservandoli bene dal di sotto, si vede che due fanno capo al rotore. Montandoli sbadatamente, può quindi capitare di eseguire un cortocircuito, e non di inserire una capacità variabile!

Naturalmente C1 ha un preciso verso di connessione; le altre capacità fisse invece non danno problemi.

Anche le impedenze, così come vengono cablate casualmente vanno bene; non v'è un « capo caldo », anche se in teoria (o per certi modelli speciali) lo si potrebbe considerare.

Poiché sulla saldatura delle parti non v'è nulla di particolare da mettere in risalto, possiamo parlare dei transistori.

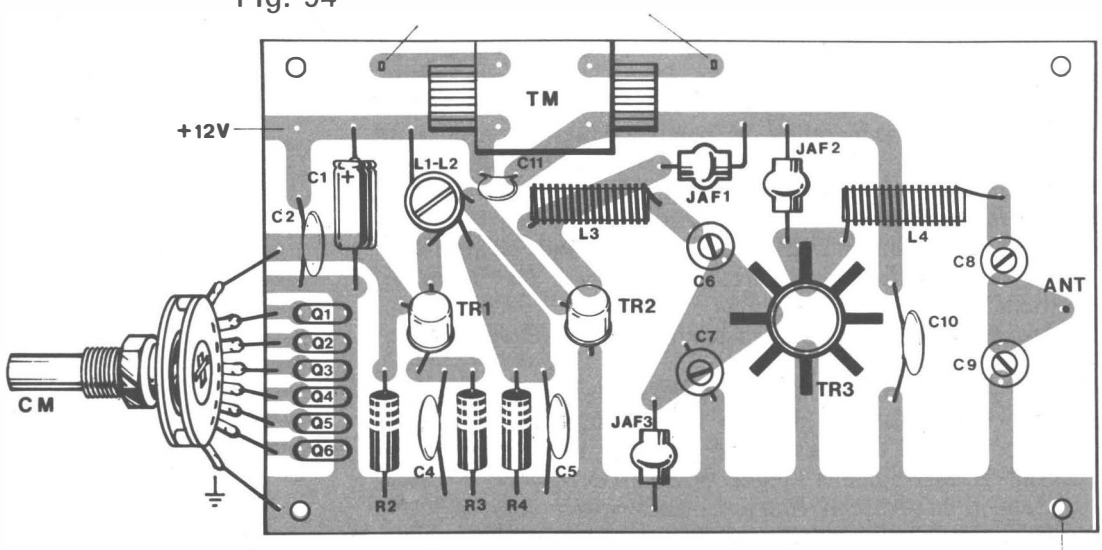
Diremo che, senza mutare assolutamente nulla nel circuito, e nessuna parte, a seconda dei modelli adottati, per TR1, TR2, TR3, si avranno risultati diversi.

le equivalenze

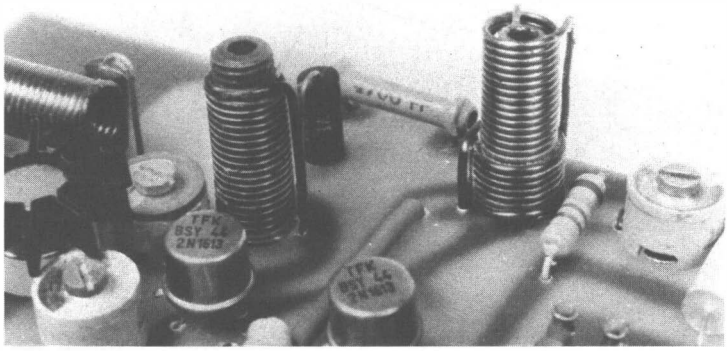
Gli elementi ideali, per oscillatore e pilota, sono i BFX 17, o BSY44 ma ottimi sostitutivi sono i vari 1W9974, 2N2848 o 2N3300.

Il finale può essere un terzo BFX17, oppure 2N3300. Assai meglio però funziona un 2N5320 della RCA, che ben pilotato (ovvero con il circuito allineato a dovere) può as-

Fig. 94



Basetta e disposizione dei componenti.



Bobine di alta frequenza con nucleo di taratura.

sorbire ben più di 2 W. L'oscillatore non dissipa una potenza particolarmente degna di nota, ma il TR2 lavora già sui 600 o 700 mW, quindi un radiatore a stella, per questo, deve essere previsto. Non importa che sia molto grande, se si lavora sulla base di 1,8-2 W.

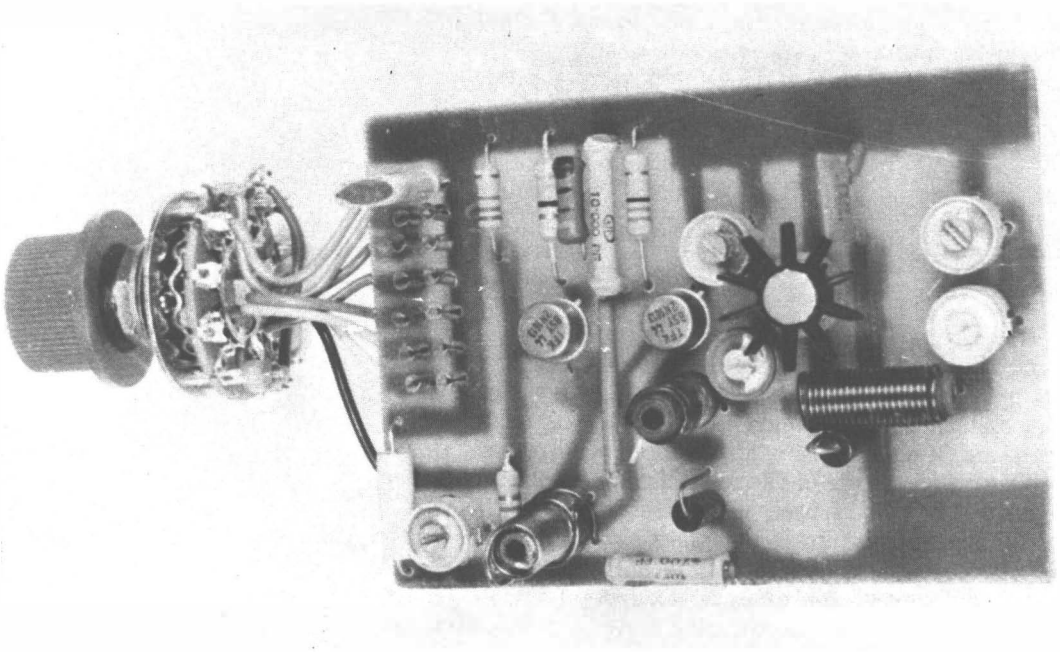
TR3, quando « tira » al massimo lavora più o meno al limite della potenza e può rovinarsi per « valanga termica ». E' quindi necessario munirlo di un radiatore massiccio. Se è del tipo a stella, le alette debbono essere lunghe 8 oppure 10 mm, in numero di 10, alte 5 mm.

Odiernamente si trovano sul mercato a prezzo modesto degli ottimi radiatorini di alluminio pressofuso adatti ad essere infilati sui contenitori « TO/5 » come è quello del 2N5320: sono alti circa 15 mm e comunque ottimi per questo impiego.

Per semplificare il lavoro, è assai utile il misuratore di campo già visto nella figura 91. La bobina di questo sarà avvicinata a L1/L2, non proprio accostata, ma appunto posta nei pressi.

Alimentato il trasmettitore, si ruoterà il nucleo delle dette sino a notare che il Tester « scodinzola » (!) ovvero tende a segnalare la presenza di una certa intensità. Ciò è indice di innesco, ovviamente, quindi ottenuto un primo risultato si deve procedere con maggiore lentezza sino ad avere la massima indicazione. Ora si proverà a ruotare « CM »; qualunque sia il quarzo inserito l'oscillazione deve permanere e con un campo più o meno identico; certo, se si impiega un Q1 adatto al canale 1, ed un Q2 per il canale 23, una certa differenza deve essere tollerata.

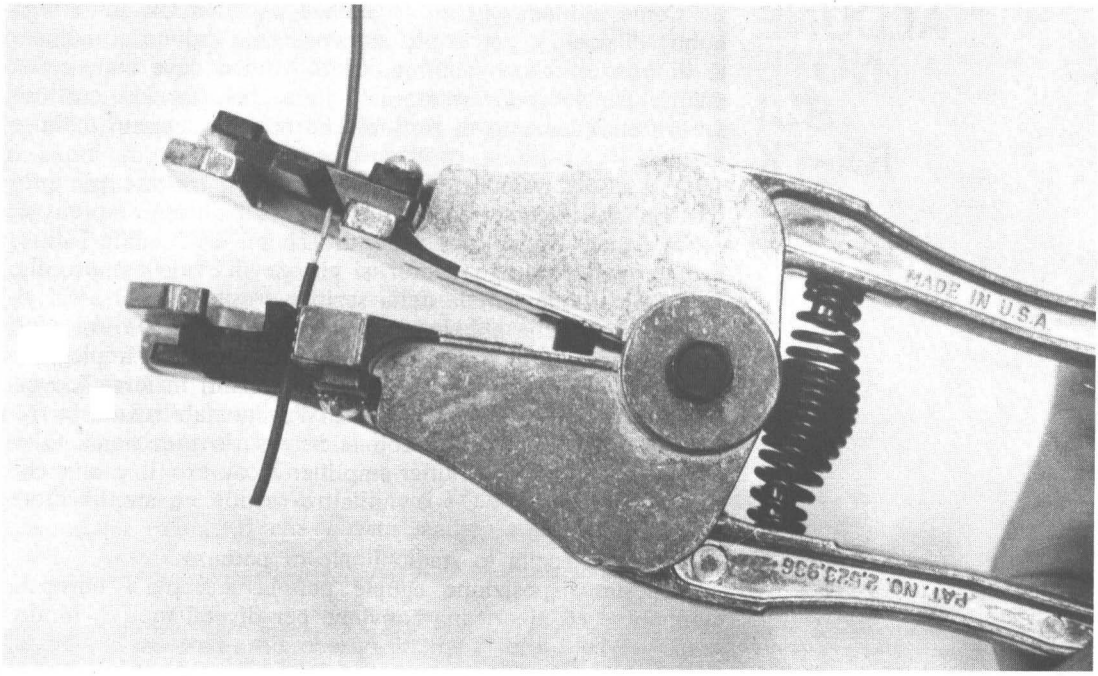
Ora, il Tester, commutato per 100 mA fondo-scala può essere inserito tra il positivo generale e la JAF1. Ruotando C6 e C7 si noterà che TR2 assorbe una corrente minore o maggiore, in particolare se si ha l'avvertenza di aggiustare



Il kit, numero RE 18, è disponibile a richiesta.

COMPONENTI

C1: Condensatore elettrolitico da 10 μF/25 V.
C2: Condensatore ceramico da 4.700 pF.
C3: Condensatore ceramico da 33 pF.
C4: Condensatore ceramico da 75 pF.
C5: Condensatore ceramico da 10.000 pF.
C6: Compensatore a disco rotante ceramico da 3/30 pF.
C7: Compensatore a disco rotante ceramico da 5/50 pF.
C8: Eguale al C7.
C9: Eguale al C7.
C10: Condensatore da 4.700 pF.
C11: Eguale al C10.
CM: Commutatore ceramico miniatura rotativo. Una via, sei posizioni o più.
Q1: Quarzo CB per il canale desiderato.
Q2: Quarzo CB per il canale desiderato.
R1: Resistenza da 5.100 ohm, ½ W, 5%.
R2: Resistenza da 510 ohm, ½ W, 5%.
R3: Resistenza da 51 ohm, ½ W, 5%.
R4: Resistenza da 82 ohm, ½ W, 5%.
JAF1: Impedenza da 22 μH, resistenza interna di 1 ohm (ricambio CB; avvolgimento di otto spire su cilindretto ceramico Ferromag).
JAF2: Eguale alla JAF1.
JAF3: Eguale alla JAF1.
TR1: Vedi testo.
TR2: Vedi testo.
TR3: Vedi testo.



Per la sistemazione dei fili esterni si fa uso di ancoraggi in metallo.

ulteriormente (anche per solo mezzo giro) il nucleo delle L1/L2. Un buon rendimento è ottenuto quando il transistore ha una Ic di circa 60-70 mA. Occorrerà, a questo punto, connettere l'antenna a stilo all'uscita.

In presenza di carico, regolando alternativamente il nucleo della L4, C8 e C9 si otterrà la massima irradiazione misurabile con il solito apparecchietto. Quando il campo raggiunge il massimo, si potrà misurare la corrente del TR3, staccando la JAF2 dal positivo generale e collegando nel punto di interruzione il Tester a 500 mA di fondo scala. Normalmente, qui, si leggerà una corrente di 200 mA; se è notevolmente inferiore, vi è qualcosa di errato; le bobine mal fatte, l'allineamento poco esatto o simili.

Se invece supera i 200 mA, attenzione al TR3; scalderà, e potrebbe andare fuori uso. Conviene quindi sregolare leggermente l'accordo-pilota (L3-C6). Null'altro; collegando all'avvolgimento da 8 ohm (TM) l'uscita dell'amplificatore impiegato come modulatore, la stazione trasmittente è pronta a lavorare. Attenzione però; all'ingresso del modulatore, sarà necessario inserire il filtro di blocco per la RF che abbiamo visto nella figura 89, altrimenti, considerata anche la maggior potenza di questo apparato, gli inneschi si verificheranno senz'altro.

ALCUNE NOTE SUI RX-TX

Come abbiamo detto, le apparecchiature CB un tempo hobby di pochi e per lo più autocostruite, godono attualmente di una diffusione enorme, ed il tecnico deve conoscerle, mentre per lo sperimentatore la loro dimestichezza costituisce un complemento di nozioni che non è esagerato definire prezioso.

Per questa ragione, abbiamo deciso di trattare più profondamente la materia, nell'indirizzo che questo si prefigge.

Vedendo decine e decine di schemi di Walkie-Talkies commerciali e paragonandoli, si giunge all'ovvio assunto che il circuito fondamentale della sezione trasmittente è assai simile a quella che abbiamo esposto nella figura 93. Vi sono quasi sempre tre stadi. Per iniziare un oscillatore impiegante una serie di cristalli (da 2 a 23) funzionanti in terza « overtone » e previsti per dissipare 2 mW, che stabilizzano la frequenza e situano i canali con la necessaria precisione. Questo stadio pilota il « Buffer-amplifier », ovvero il pilota che funziona in classe « C » è null'altro se non un amplificatore intermedio.

Il pilota eccita lo stadio finale di potenza.

Questa disposizione eguale per la « scuola » europea, giapponese ed americana conviene per diversi motivi. Modulando i due ultimi stadi si ottiene un rendimento elevato. Possono essere impiegati dei transistori piuttoso economici e di vario tipo (modello) pur avendo pressoché le medesime prestazioni. L'alimentazione sarà 12 V, disponibile in auto o ottenibile con facilità da una serie di pile e conviene assai. Quando come nel comune si impiega la modulazione di ampiezza si avranno picchi di tensione a 24 V.

Il settore audio (modulatore) della stazione può lavorare in classe A, o in classe B (push-pull). Sovente, si impiega quest'ultima soluzione perché il modulatore in classe « A » ha una dissipazione continua che si aggira sui 7 W, anche se non si parla al microfono, fatto deleterio per l'alimentazione. Per contro, il modulatore corrente ha un consumo variabile, e se non vi è segnale all'ingresso non assorbe quasi nulla.

A sua volta, il « Classe B » ha il difetto di necessitare di un trasformatore di modulazione più grande, pesante e costoso; difetto in parte compensato dalla necessità di un radiatore più ridotto. Alla somma « negativa » del modulatore in classe « B » possiamo aggiungere la necessità di selezionare i transistori, quindi al limite, pregi e difetti tendono ad equivalersi, ed i TX per CB impiegano tutti e due i sistemi con una prevalenza per il secondo, come abbiamo detto.

I radiotelefoni di produzione industriale presenti in maggioranza sul mercato, rispettano le norme della FCC U.S.A., che stabilisce una precisione dello 0,005 per cento nella frequenza di uscita. Come abbiamo detto, i cristalli comunemente impiegati, oltre ad avere appunto questa tolleranza, nel tipo miniatura, hanno una dissipazione massima di 2 mW. Essa deriva da considerazioni economiche, ed anche dal fatto che un cristallo sottoposto ad una potenza maggiore si scal-

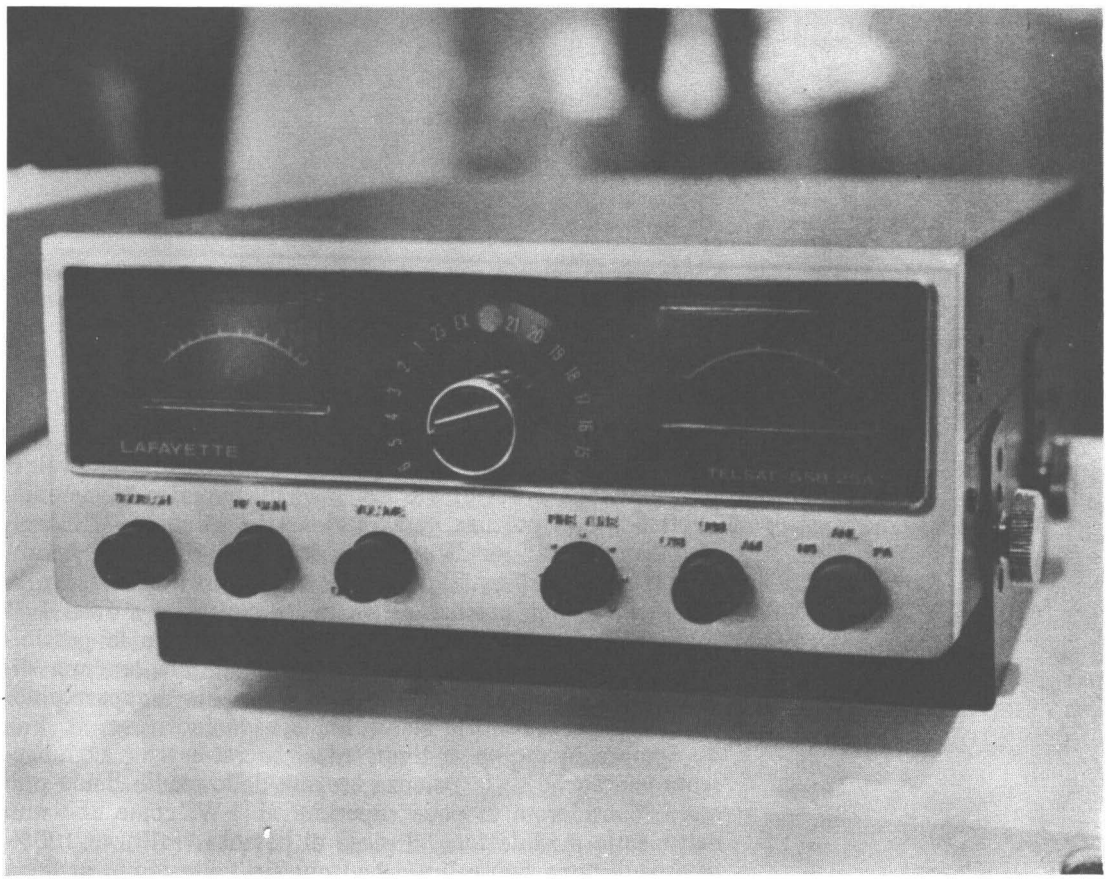
da e tende a « fluttuare », ad essere impreciso.

Dovendo impiegare elementi del genere, gli oscillatori dei TX per CB soffrono di limitazioni; la potenza di uscita non può essere gran che, se non si usano transistori dal costo proibito, e siccome tutti i costruttori per ovvie ragioni sono orientati verso normalissimi transistori al Silicio di piccola potenza e medio guadagno, in questo stadio, allora si può contare su di un incremento di potenza che non supera i 17-18 dB, come dire che al carico, l'oscillatore fornisce generalmente 100 mW. Meno, in certi casi.

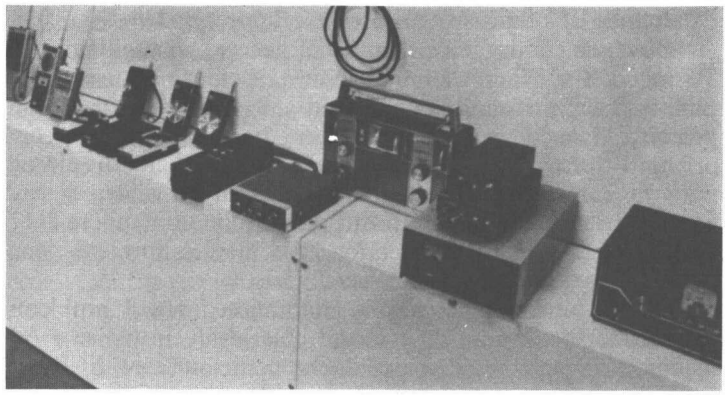
Diremo ancora che per un autoinnesco senza problemi, il transistor oscillatore deve essere polarizzato in classe « A » mediante il partitore di base, il che contribuisce a limitarne il rendimento.

Lo stadio « pilota » che segue, ha il compito di innalzare il livello di potenza fornito dall'oscillatore al necessario per ben pilotare lo stadio finale.

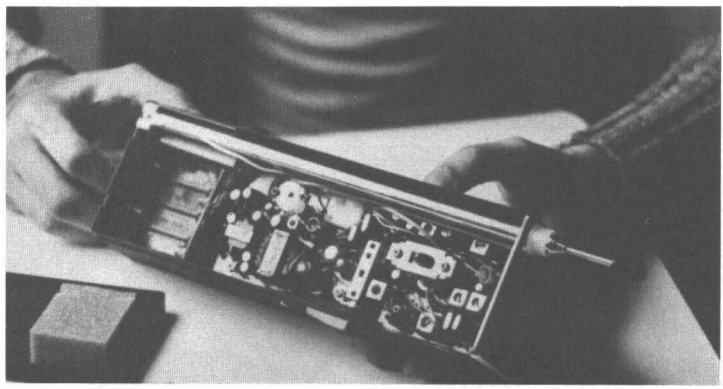
Nel caso, da 100 mW a circa 1 W nei picchi di modulazione (si rammenti che questo stadio, appunto, è modu-



Telsat SSB 25, una delle migliori apparecchiature offerte dal mercato.



La vetrina di un grande negozio: il ricetrasmettitore in tante versioni commerciali.

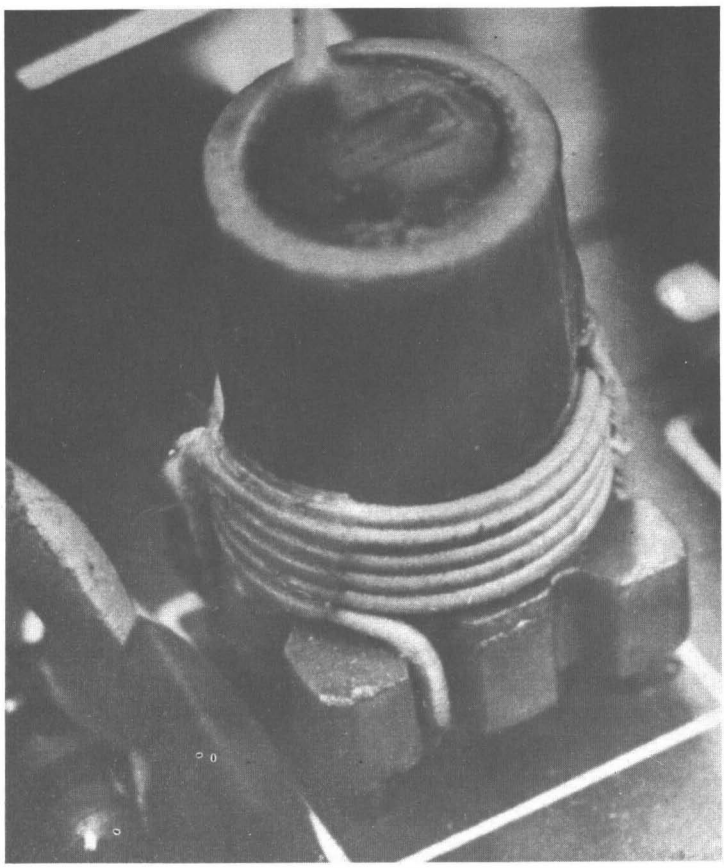


E' necessario sempre, prima di un eventuale acquisto, esaminare da vicino l'apparecchio.

lato) e da 100 a 400 mW senza modulazione. I due valori corrispondono a 10 dB e 6 dB di guadagno, rispettivamente.

Il finale di potenza, terza sezione del « canale » RF, nella forma più diffusa di apparecchio cui ci riferiamo, è progettato per assorbire 5 W di potenza, sempre in linea con le norme FCC. Una potenza di uscita RF superiore a 3,2-3,4 W è tipica. In genere, il costruttore prevede anche la possibilità che il trasmettitore sia accoppiato ad una antenna disadattata come impedenza, che non « carichi » l'apparecchio, senza che per questo lo stadio finale vada fuori uso.

Sempre in merito ai limiti ed ai sovraccarichi, aggiungeremo che anche se la potenza erogata dallo stadio finale può essere considerata di poco superiore ai 3 W, come abbiamo detto, sotto modulazione, il picco di potenza (PEP), al 100% di modulazione può salire a ben quattro volte tanto, in linea teorica. « Teorica » perché la Vsat del transistore alle cor-



Ogni minima parte di una buona apparecchiatura deve essere rifinita con la massima precisione.

renti elevate diminuisce il guadagno del medesimo: si ha quindi, solitamente, nel picco di modulazione, una potenza pressoché tripla di quella di regime.

Per queste ragioni, osserveremo che malgrado ogni precauzione, il transistor finale dei trasmettiotri è sempre il più soggetto a guasti, quando « qualcosa » si sregola.

Chi fosse interessato ad approfondire la conoscenza dei trasmettitori a transistors, se ha una certa pratica dell'idioma britannico, può disporre di due testi dal costo limitato ed ottimi sotto ogni profilo: essi sono:

1) RCA POWER CIRCUITS, edito dalla Radio Corporation of America, Harrison N.J. 07029 (prezzo $ 2 più spedizione).

2) RADIO AMATEUR HANDBOOK, edito dalla American Radio Relay League, Newington Conn. 06111 (prezzo $ 4,50 più spedizione).

OSCILLATORE DI TARATURA

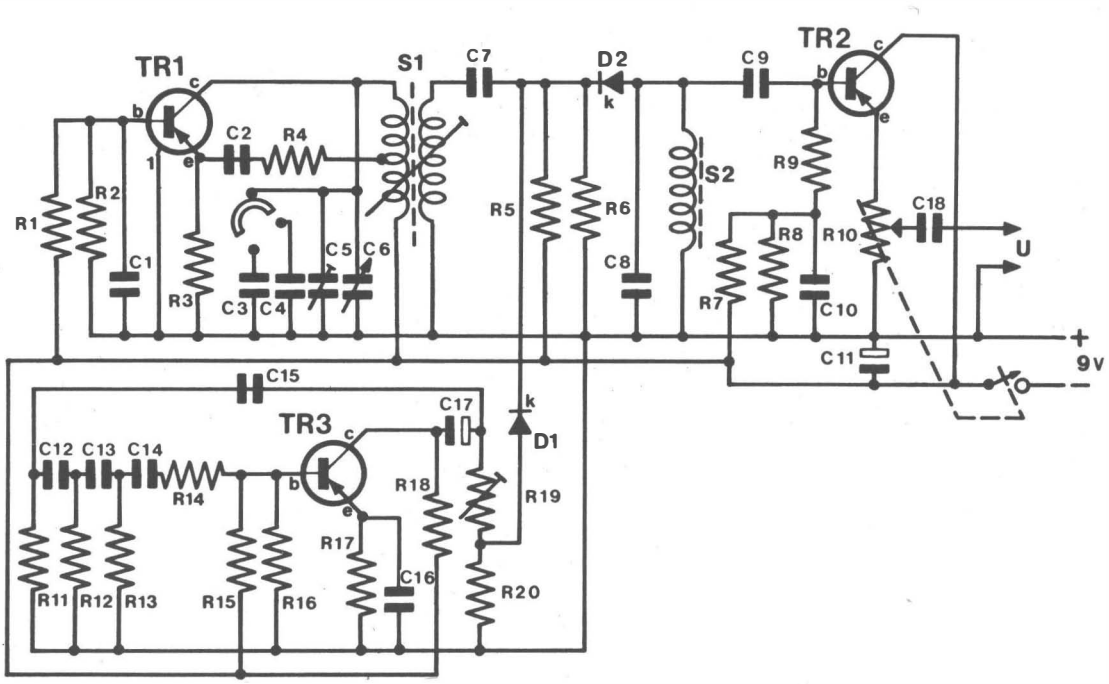
Dopo il dettagliato « discorso » che abbiamo tenuto sulle varie apparecchiature CB, può sembrare non del tutto logico, come prosieguo, la descrizione di un generatore di laboratorio per la taratura di ricevitori convenzionali; ma si rammenti che questa sezione del manuale tratta oscillatori a radiofrequenza in genere dicendo, ed anche quello che seguirà è inquadrabile nella categoria.

Non si tratta inoltre di un apparato esemplificativo, ma anzi, di un complesso del tutto pratico, a basso costo e dalla estrema flessibilità d'impiego.

L'apparecchio, per la massima precisione, possiede tre gamme di lavoro distinte: da 385 a 480 Khz e da 460 a 640 Khz (utili per la taratura dei trasformatori di media frequenza, per gli chassis della seconda conversione negli apparecchi professionali ecc.) nonché da 600 a 1.600 khz, per la taratura di ogni genere di ricevitore a onde medie.

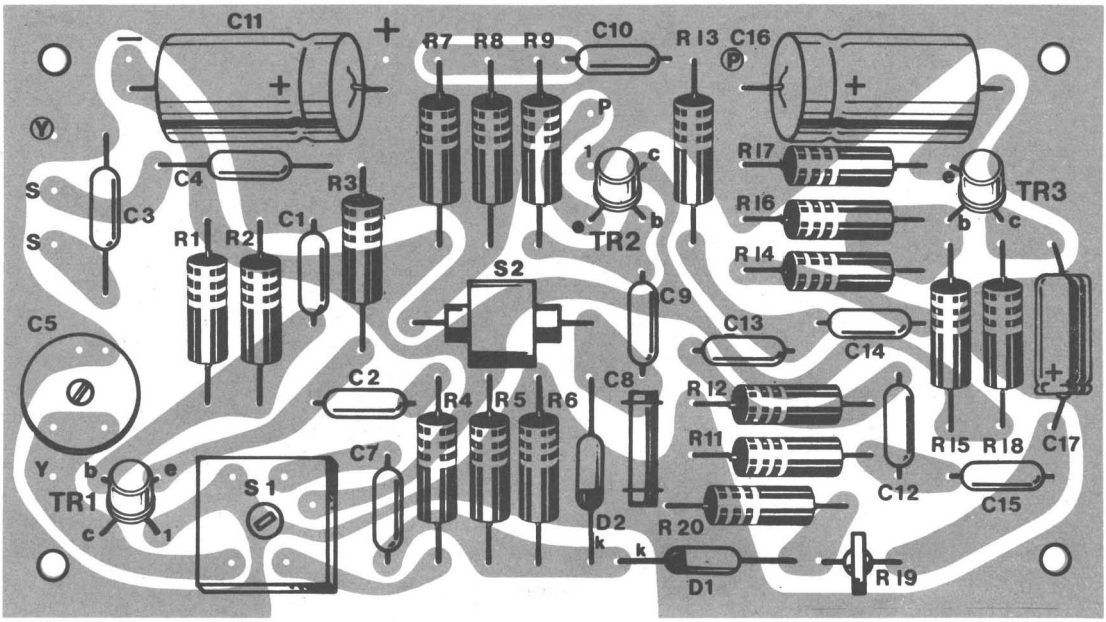
I transistori impiegati sono tre: TR1 è il generatore di RF e funziona in un circuito Hartley con base a massa. Come si vde nella figura 95, R1 ed R2 polarizzano la base, mentre C1 serve da bypass per renderla « fredda » ai fini del segnale RF.

La reazione avviene tra il collettore e l'emettitore; quest'ultimo giunge ad una presa sull'avvolgimento S1 (primario) alla sommità del quale è connesso il collettore. C2 evita



Schema elettrico generale.

Fig. 95



Basetta e disposizione dei componenti. Fig. 96

che vi sia un indesiderato (anzi rovinoso!) accoppiamento in corrente continua tra gli elettrodi, mentre la R4 limita la reazione al punto giusto, onde impedire la distorsione della forma d'onda. Il commutatore SK1, pone in parallelo all'intero avvolgimento (tramite il by-pass della linea di alimentazione) una serie di condensatori scelti in modo da consentire la copertura delle gamme suddette.

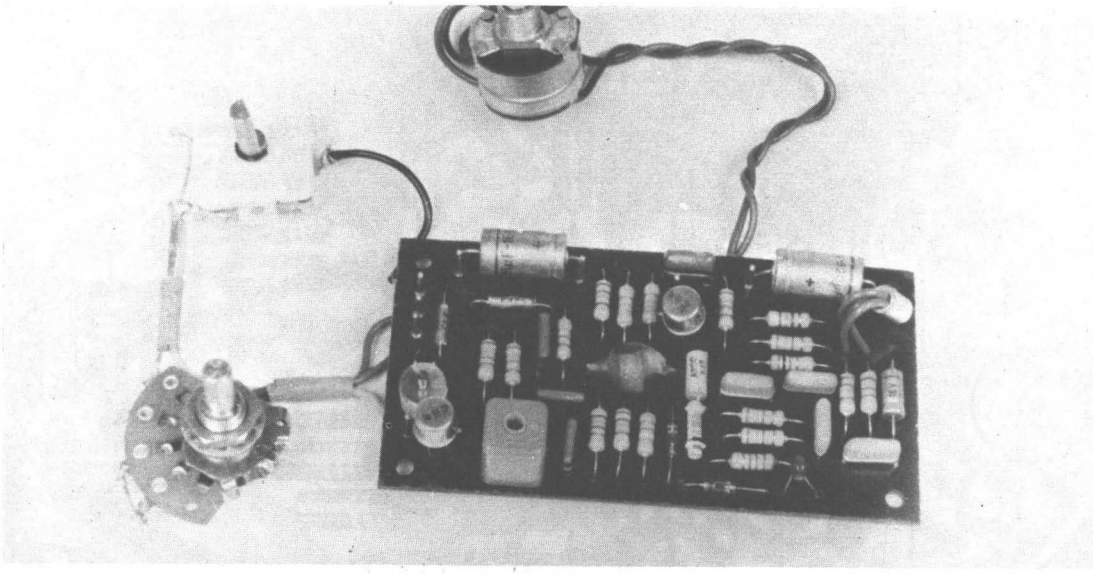
Il TR2 è un amplificatore-mixer-separatore. Vediamo separatamente le funzioni principali: la prima è di dividere nettamente il carico (circuito servito) dal generatore TR1, la seconda è miscelare alla RF il segnale audio generato dal TR3, ovvero consentire l'emissione di RF modulata.

Questo transistor lavora con il collettore comune ed ha la base polarizzata da R7-R8-R9: per la massima stabilità il partitore è bipassato dal C10. L'uscita è ovviamente sull'emettitore, ai capi del potenziometro R10. Dal cursore di questo, il C18 porta all'esterno il segnale che può avere una ampiezza compresa tra 0 e 200 mV circa.

R10 è quindi il cosiddetto « attenuatore » che si ritrova in ogni apparecchio di laboratorio del genere.

Vediamo ora la sezione audio.

L'elemento attivo di questa, il TR3, è inserito in un oscillatore a rotazione di fase; abbiamo già visto e commentato questa disposizione nella figura 35, quindi ci pare inutile



Prototipo a montaggio ultimato.

l'eventuale riesame. Diremo solo, allora, che il tutto è studiato per dare un segnale a 1.000 Hz particolarmente stabile. Perché a 1.000 Hz? Anche questo l'abbiamo detto: è uno « standard di prova » e la frequenza cade nel segmento di maggiore sensibilità dell'udito umano. Come fa ad essere particolarmente stabile? Si noti la R19; questo elemento, non è una resistenza comune, ma un Termistore ed è praticamente in parallelo (tramite R20) con l'intero circuito di reazione, per quel che si riferisce al segnale. Quindi, se muta la temperatura, cambia anche il carico « dinamico » visto dal TR3. Il tutto è quindi autocompensante e la nota a 1.000 Hz resta immutata in un vasto arco di temperature.

Resta da commentare il circuito modulatore: si tratta di un « mixer a diodi » che sfrutta la non linearità di questi se-

MODULATORI A DIODO

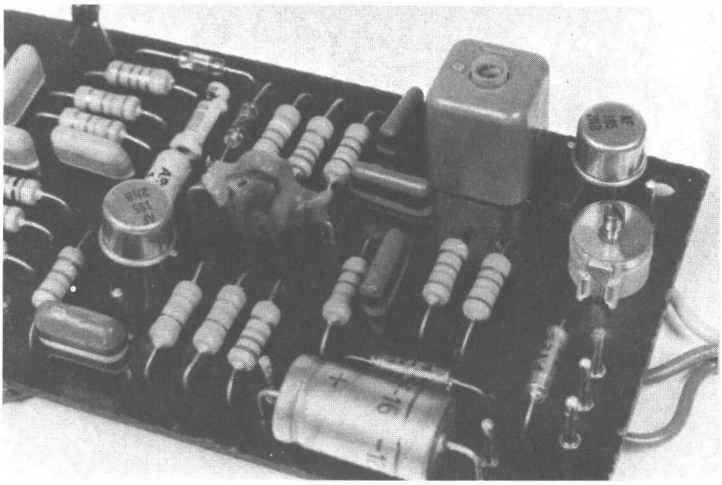
Nel generatore testé esaminato, v'è una parte dèl circuito piuttosto insolita, generalmente considerata solo nelle apparecchiature di tipo professionale; si tratta del modulatore a diodo.

Conviene spendere due righe a commento di questo sistema, che nel campo delle piccole potenze ha applicazioni di grande interesse.

Il circuito di principio, proposto a suo tempo dalla Sylvania, appare nella figura 98.

Si tratta di un modulatore in ampiezza che non altera assolutamente la frequenza e la fase, quindi di un dispositivo esente da fenomeni parassiti.

La RF da modulare entra nel Jack di « sinistra », (nello schema) ed è accoppiata al circuito dal C1, attraversa il secondario del T1 e C3 e si presenta al Diodo, che nell'originale è un 1N34, ma egualmente bene funzionano i vari OA85, AA119, AAY21 e simili. Tale diodo è polarizzato da R2-R1 nel senso diretto, tramite la pila B. In queste condizioni « D » si comporta da resistenza non lineare; in altre parole, più o meno polarizzato dalla tensione del segnale audio, lascia « passare » una ampiezza più o meno importante della RF. Si ha così il risultato previsto. Il circuito di figura 98 può servire per vari esperimenti pratici, essendo perfettamente funzionante.



Particolare della basetta. E' fondamentale una accurata taratura del compensatore.

miconduttori ai segnali, per ottenere la funzione. C7 applica la RF al miscelatore; R5 ed R6 polarizzano D1 e D2 per ottenere la leggera conduzione diretta che stabilisce il miglior punto di lavoro. C8 è un by-pass per le armoniche elevate che non servono. S2, infine, è una impedenza RF che chiude il « loop » circuitale. Tutto qui, se è il caso di dirlo; un apparecchio studiato con cura, nella sua semplicità.

Si può iniziarlo completando la basetta stampata che appare nella figura 96, studiata appositamente, come appare, per adattarsi perfettamente alle connessioni delle parti previste senza che vi sia il pericolo di inversioni o errori: ciò specialmente per quanto attiene alla bobina oscillatrice MBLE A3-162-53 (nello schema S1) al compensatore C5 e via dicendo.

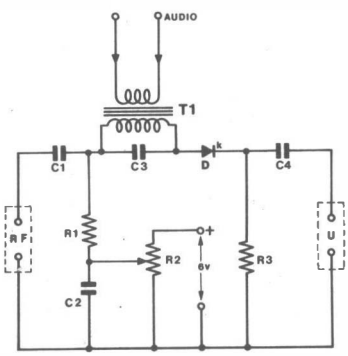


Fig. 98

Modulatore a diodo: schema di principio.

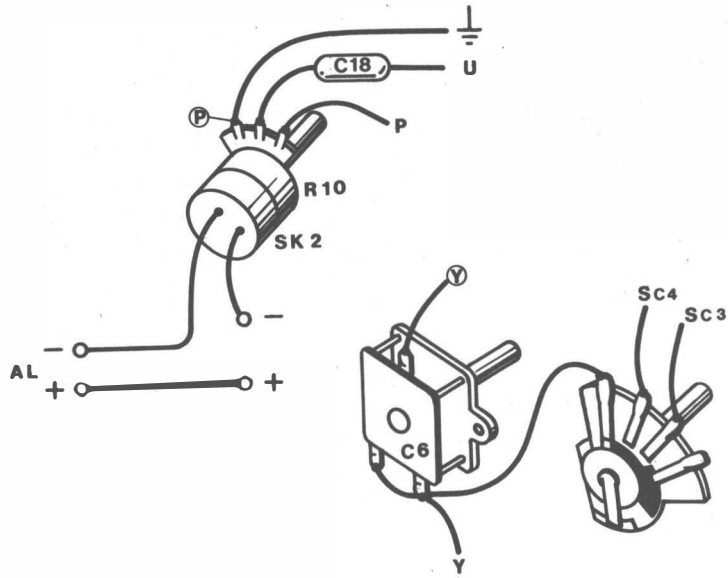


Fig. 97

Piano dei collegamenti da eseguire.

Come sempre, sarà necessario fare molta attenzione nel porre in loco le parti polarizzate: C11, C16, C17, D1 e D2. Il termistore R19 non ha un verso di inserzione, ma, come i diodi, teme il calore eccessivo della saldatura quindi è bene che venga saldato leggermente discosto dalla basetta: diciamo 2 o 3 millimetri più « alto » in modo da « allungare » leggermente i terminali.

Per i transistori vale la medesima annotazione, ma i reofori, naturalmente, saranno lasciati lunghi 10-12 mm.

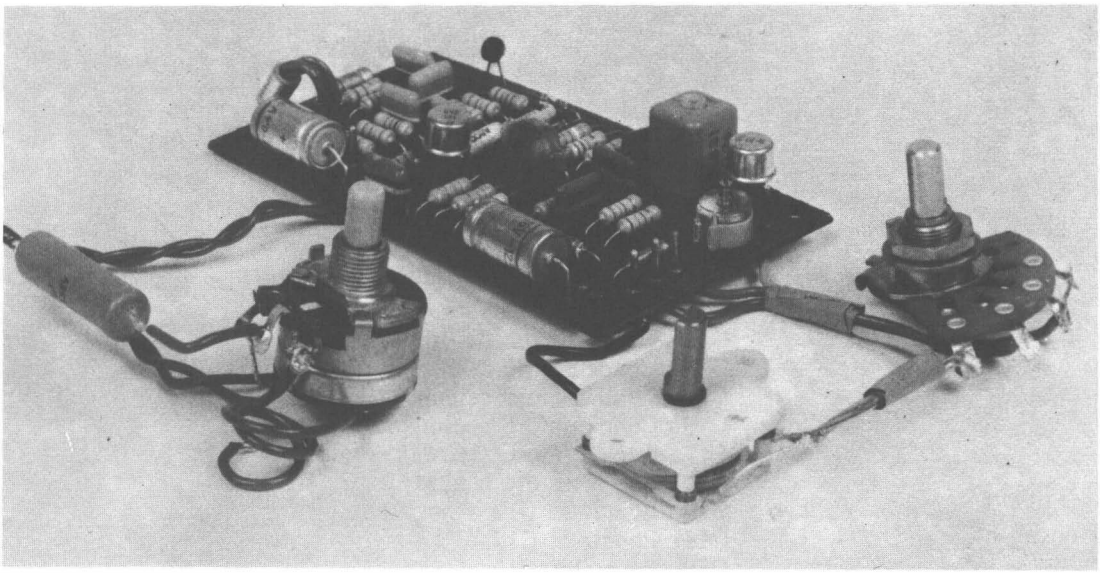
E ciò per la basetta: che una volta completa ed accuratamente controllata, sarà messa da parte. Si sceglierà ora un contenitore metallico, dalle dimensioni di 140 per 120 per 60 mm o similari.

Su uno dei lati principali di questo si monterà la scala, reperibile già pronta, il potenziometro attenuatore che reca anche l'interruttore generale, ed il commutatore di gamma SK1: figura 97.

Rivedendo con attenzione la figura 96, noteremo che vi sono dei punti di connessione marcati (Y) ed Y, nonché S-S, e (P). Da questi alle parti di controllo montate sul pannello si porteranno delle connessioni dirette, e per quel che concerne il variabile, corte quanto possibile.

Vi saranno ovviamente due boccole di uscita per il segnale; una andrà direttamente al negativo generale, e sarà quella di « massa », l'altra al cursore del potenziometro tramite C18 e sarà il « capo caldo ».

Sempre nel contenitore sarà fissata la pila, mediante un cavaliere elastico. Poiché l'apparecchio ha un assorbimento



Prototipo a montaggio ultimato.

modesto, un normale elemento da 9 V per radioline tascabili offrirà una durata in servizio lunghissima.

Come « ultimi tocchi », muniremo il variabile di una manopola a indice, ed altre due manopoline andranno infilate sugli alberi di R10 e dell'SK1.

Prima di ritenere conclusa ogni operazione, sarà necessario ricontrollare la filatura, infatti spesso la fretta di « provare l'apparecchio » è cattiva consigliera e induce a errori banali, che normalmente non si commetterebbero.

La gamma delle onde medie di qualunque ricevitore a transistor, è odiernamente tarata in Khz, e generalmente va da 550 Khz a 1.600 Khz. Uno di questi apparecchi, bene tarato, può quindi servire per la regolazione del generatore. Ma come si può essere certi che la calibrazione della scala corrisponda effettivamente al valore indicato?

Semplice, basta fare un confronto con le emittenti RAI locali: della città ove si abita. Per conoscere la frequenza delle stazioni basta consultare il Radiocorriere; se per esempio, si ascolta una emissione che è dichiarata per 1411 Khz sulla tacca dei 1.400 Khz, il ricevitore è tarato abbastanza bene per servire da . . . (SIC) campione di riferimento!

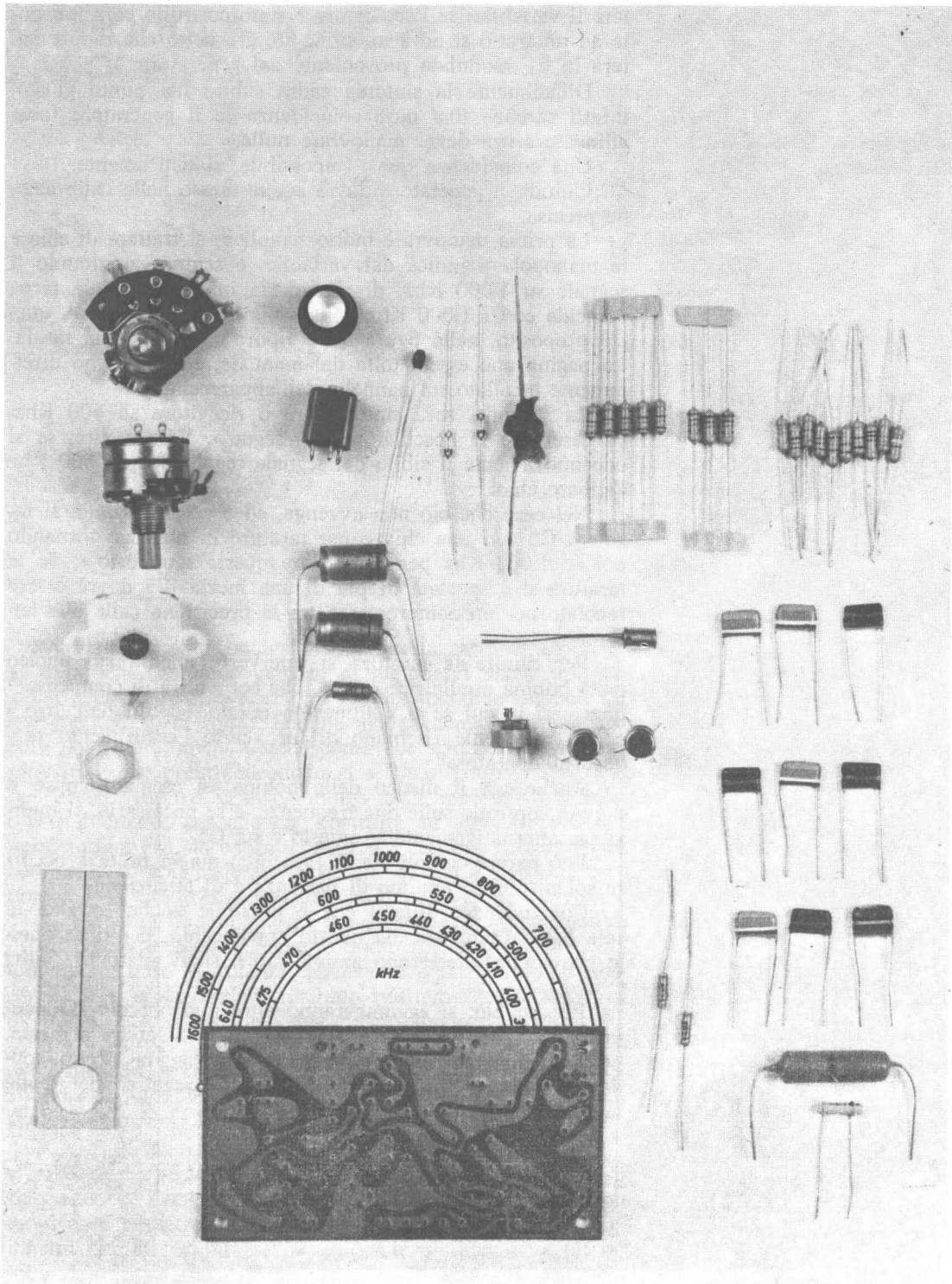
Si regolerà allora la sua sintonia su 1.000 Khz.

Nella boccola che non va alla massa del generatore, si infilerà uno spinotto munito di un pezzo di filo per connessioni che farà da « antenna ». Il commutatore SK1 verrà portato sulla prima posizione (600-1.600 Khz).

Regolato R10 per il massimo segnale all'uscita, si ruo-

COMPONENTI

C1: Condensatore da 10.000 pF, film plastico.
C2: Eguale al C1.
C3: Condensatore da 300 pF.
C4: Eguale al C3.
C5: Compensatore rotante da 60 pF max.
C6: Variabile da 180 + 180 pF (le due sezioni devono essere collegate in parallelo).
C7: Condensatore da 10.000 pF.
C8: Condensatore ceramico da 68 pF.
C9: Condensatore ceramico da 10.000 pF.
C10: Condensatore a film plastico da 100.000 pF.
C11: Condensatore elettrolitico da 125 μF/16 V.
C12: Condensatore a film plastico da 47.000 pF.
C13: Eguale al C12.
C14: Eguale al C12.
C15: Eguale al C12.
C16: Condensatore elettrolitico da 320 μF/6,4 V.
C17: Condensatore elettrolitico da 10 μF/16 V.
C18: Condensatore a film plastico da 100.000 pF.
D1: Diodo AA119.
D2: Diodo AA119.
R1: Resistenza da 5.600 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 2.700 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 4.700 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 560 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistenza da 22.000 ohm, ¼ W, 5%.
R6: Resistenza da 3.900 ohm, ¼ W, 5%.
R7: Eguale alla R5.
R8: Resistenza da 47.000 ohm, ¼ W, 5%.
R9: Resistenza da 47.000 ohm, ½ W, 5%.
R10: Potenziometro da 2.200 ohm, lineare, con interruttore.
R11: Eguale alla R2.
R12: Eguale alla R2.
R13: Eguale alla R2.
R14: Resistenza da 1.000 ohm, ¼ W, 5%.
R15: Eguale alla R5.
R16: Eguale alla R2.
R17: Resistenza da 270 ohm, ½ W, 5%.
R18: Resistenza da 1.800 ohm, ½ W, 5%.
R19: Termistore da 1.500 ohm, a 25 °C.
R20: Resistenza da 150 ohm, ¼2W, 5%.
TR1: Transistore AF185.
TR2: Eguale al TR1.
TR3: Transistore AC125.
SK1: Commutatore ad una via, tre posizioni.
S1: Bobina oscillatrice MBLE mod. A3/162-53.
S2: Impedenza RF mod. MBLE A3/803-61.
Accessori: Scala graduata, manopole, pila da 9 V, contenitore.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 19, è .disponibile a richiesta.

terà il variabile; se l'oscillatore è stato costruito correttamente ad un tratto si udrà un sibilo forte e netto che rappresenterà la RF modulata proveniente dal generatore.

Difficilmente la sintonia cadrà subito nel punto giusto, infatti sarebbe una pura coincidenza se il generatore fosse allineato senza dover manovrare nulla.

Una coincidenza quasi impossibile, statisticamente.

Quindi, il generatore dovrà essere messo nella calibrazione precisa.

La prima manovra è molto semplice; si tratterà di sfilare la manopola a indice dal variabile, e sempre ascoltando il segnale su 1.000 Khz, di rimontarla in modo che la tacca coincida con i 1.000 Khz della scala dell'oscillatore. A questo proposito, nella figura 97/a riportiamo una scala tarata. La pagina può essere tolta dal manuale, ed il disegno direttamente incollato sul pannello dell'apparecchio.

La seconda, sarà sintonizzare il ricevitore su 600 Khz, ed osservare se l'oscillatore « lo segue ». Vale a dire, se si ode nuovamente il sibilo del segnale regolando per 600 Khz l'apparecchio.

Nel caso che ciò non avvenga, ed è possibilissimo, si regolerà C5 con una chiave per tarature in plastica, tornando poi su 1.000 Khz per controllare questo « opposto ». Se la taratura si è spostata di più di una inezia, C5 dovrà essere regolato per un compromesso tra la precisione delle due letture.

Per rifinire la taratura si interverrà ancora sul nucleo della bobina oscillatrice « S1 », che consentirà di compensare quei casi in cui se si « allinea-da-un-lato-si-sposta-dall'altro » e che veramente rischiano di far venire l'esaurimento nervoso all'operatore!

Anche per il nucleo della bobina, si esegua sempre il doppio controllo sulle due frequenze, e se necessario, si intervenga alternativamente su questo e sul C5.

Può parere complicata la faccenda, ma in pratica, occorre solamente un minimo di pazienza e di attenzione.

Concludendo, diremo che è possibile anche estrarre la sola bassa frequenza, da questo apparecchio, per tutte quelle prove che interessano amplificatori, stadi adattatori, filtri e simili.

Per far ciò, si aggiungeranno altre due boccole sul pannello (marcate eventualmente « BF ») ed una andrà a massa, negativo generale, mentre l'altra sarà collegata ad un condensatore elettrolitico da 5 μF/50 V, il negativo del quale sarà connesso tra R19 ed R20.

LA MODULAZIONE DI FREQUENZA

Avviandoci alla conclusione di questa serie di esperienze didattiche, abbiamo pensato di includervi anche una sezione dedicata ai ricevitori FM. Questo, per due ragioni. Lo sperimentatore, di solito, non ha alcuna confidenza con circuiti del genere, anche perché pensa che siano tipici prodotti industriali che nulla concedono al « Do it Yourself »: il che non è vero. Inoltre, la maggioranza degli apprendisti tecnici, i vari dilettanti, pensano che costruire ed allineare una supereterodina FM sia opera da esperti e fattibile solo con una complessa strumentazione. Anche questo non è vero e ci proponiamo di dimostrare il nostro assunto.

Certamente, un montaggio del genere è più impegnativo di quello di un preamplificatore audio a due transistori, ma una buona dose di volontà, attenzione e pazienza non possono che promuovere un risultato positivo. Premettendo ai montaggi, comunque, una breve introduzione teorica che servirà a chi dei ricevitori FM conosce solo . . . la manopola della sintonia. Non è detto però che anche tanti « praticoni » abbiano le idee chiare in merito; quindi, le due chiacchiere che seguono forse non saranno sprecate.

Il « Padre » dei sistemi comunicanti a modulazione di frequenza è l'americano Edwin Armstrong, deceduto non molti anni addietro, dopo essere stato abbondantemente preminato per le sue fatiche da una notevole ricchezza ed un indiscusso prestigio. L'Armstrong, negli anni '30 compiva una serie di studi tendenti a ridurre i disturbi di origine elettrostatica nei radioricevitori. Considerando che essi influi-

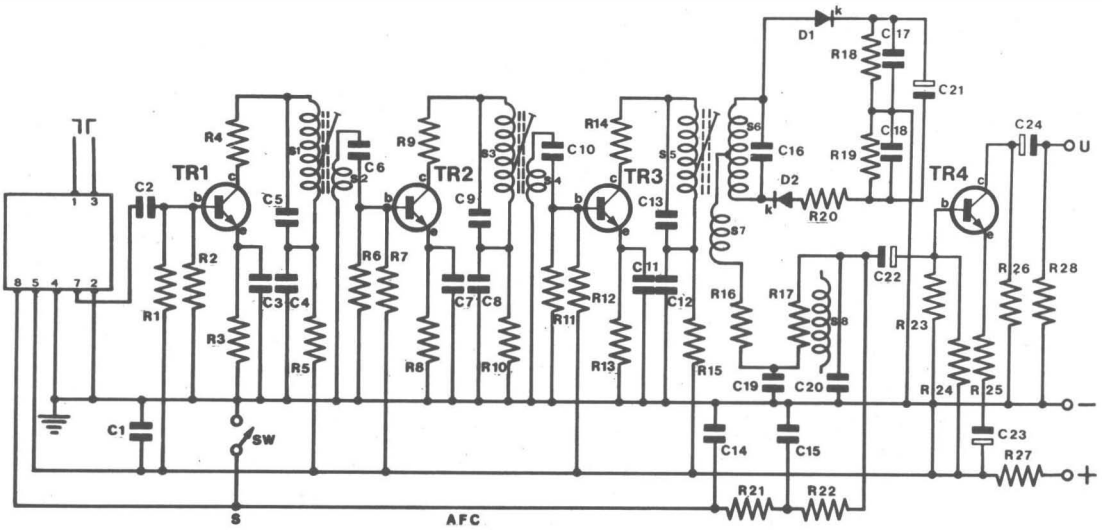


Fig. 99 **Schema elettrico generale.**

vano principalmente sull'ampiezza dei segnali, mise a punto un sistema di modulazione diverso da quello allora universalmente adottato; un sistema che invece di influire sulla — diciamo — « altezza » dei segnali, agiva sulla loro « larghezza » in pratica, appunto la FM.

In un primo momento, la Modulazione di frequenza non fu capita, ed anzi molti la avversarono perché la riflessione ionosferica risultava negativa distorcendo la fase del segnale; di qui vennero aspre critiche che si fondavano sulla limitata distanza che tale metodo di trasmissione consentiva.

In seguito si vide che lavorando sotto i dieci metri, con limitate potenze, la comunicazione era possibilissima, ed ampia prova ne dettero i vari apparecchi della USAF (US Air Force) funzionanti appunto in FM. Non è errato dire che anche questi conribuirono alla vittoria degli Alleati nel conflitto 1940-45: infatti mentre caccia e corazzati alieni (tra i quali — ahinoi — si dovevano annoverare gli italiani) tentavano di comunicare in AM disturbati in ogni modo, gli altri potevano tranquillamente predisporre le operazioni in FM senza alcun fastidio.

Chiusa l'annotazione storica, e venendo ai giorni d'oggi, diremo che nelle frequenze elevate, per distanze medie, anche tutte le stazioni di radiodiffusione hanno adottato questo tipo di lavoro, che consente (a differenza delle onde medie) di impiegare una modulazione a banda larga, quindi HI-FI, non disturbata da scariche, fruscii, picchiettamenti, e disturbi tipici che chiunque, ascoltando una trasmissione AM sulle Onde Medie può . . . « apprezzare ».

Non per nulla chi « scrocca incisioni » connette il registratore sulla presa « Ext Out » della radio FM; in tal modo sulla sua musicassetta può registrare gli ultimi successi della Hit Parade radiofonica evitando ogni interferenza e fastidio, quasi venendo dalla Lacca originale, con la massima dinamica.

E non a caso, chi veramente apprezza la Musica con la « M » maiuscola effettua il suo ascolto nella gamma 87-105 Mhz, la banda Europea per la FM.

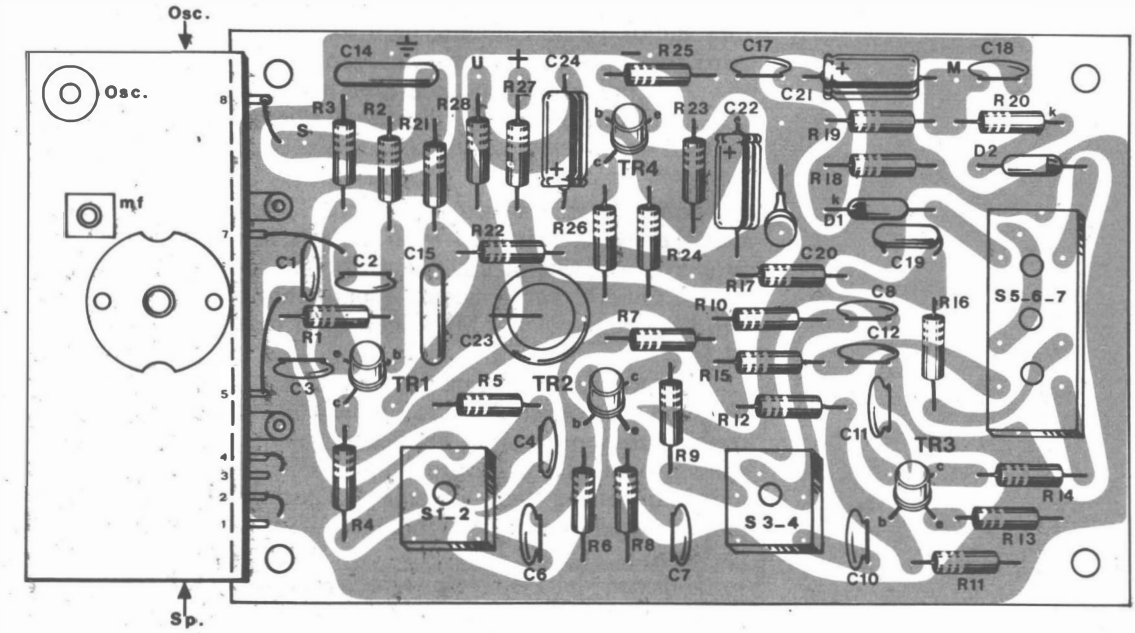
Ciò premesso, come informazione generale, ora possiamo passare ad un più preciso compito: si tratta di realizzare un moderno e compatto sintonizzaotre a Modulazione di frequenza.

Le sue caratteristiche sono le seguenti:
Gamma: da 87 a 107 Mhz.
Frequenza intermedia: 10,7 Mhz.
Sensibilità: reale, 4 μV.
Banda passante totale: 180 Khz.
Tensione - Segnale in uscita: 80 mV.
Alimentazione: 9 V.
Assorbimento: 7 mA.

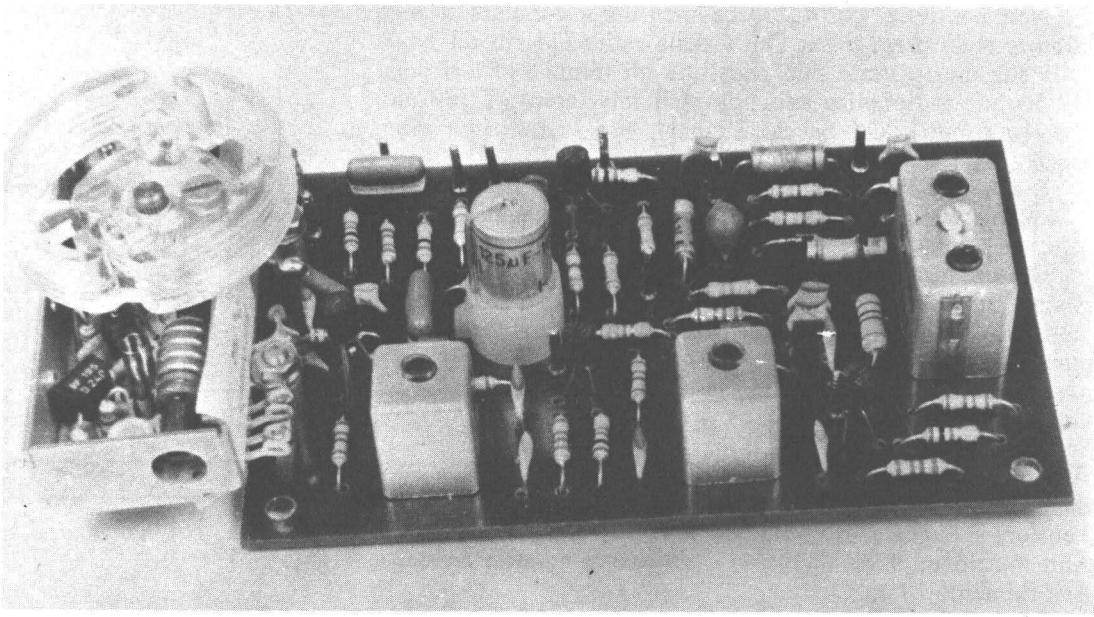
Semiconduttori impiegati: convertitore; 2 del tipo BF195 + BA102. Media frequenza: 3 del tipo BF198. Rivelatore: 2 del tipo AA119. Audio: BC549/B.

Abbiamo quindi un apparecchio « impegnato » e non

Fig. 100



Basetta e disposizione dei componenti.



Prototipo a montaggio ultimato.

banale.

Deve essere completato da un preamplificatore-amplificatore audio, questo è chiaro, però trattandosi di sintonizzatore altro non potrebbe essere; ciascuno poi impieghi il « seguito » che preferisce: specialmente in relazione alla potenza che desidera; alla fedeltà finale, effettivamente espressa agli altoparlanti: così di seguito.

Crediamo non a torto, forse, che la realizzazione « d'amblée » di un convertitore VHF non sia la cosa più facile da proporre ai principianti. Ed anche ai non proprio principianti. Quindi, per il nostro apparecchio, preferiamo suggerire l'adozione di un « Minituner » FM della Philips, modello PL362.

Questo misura appena 60 per 25 per 12 mm e costa pochissimo. E' robusto; noi lo abbiamo sottoposto a veri maltrattamenti senza che si verificasse il minimo difetto. Ha il vantaggio di non utilizzare un variabile, ma di far uso del moderno sistema della sintonia a « permeabilità »: una coppia di nuclei scorre nelle bobine ed in tal modo stabilisce l'accordo.

Il perno della sintonia comanda entrambe i ferroxcube meccanicamente, in un arco di circa 320° per la escursione totale.

Può essere facilmente accoppiato ad uno chassis di me-

dia frequenza a 10,7 Mhz e dà brillanti prestazioni se il guadagno di questo è sufficiente o buono.

Noi lo abbiamo accoppiato ad un amplificatore che, pur rispettando il criterio primo della semplicità circuitale, ha appunto un guadagno assai buono.

Detto impiega TR1, TR2, TR3.

Gli stadi sono identici, praticamente: hanno lo stesso numero di parti e la medesima disposizione.

A titolo di commento generale osserviamo il TR1. La base è polarizzata da R1 e R2; R3 e C3 posti sull'emettitore, stabilizzano lo stadio. R5 e C4 formano una cellula di disaccoppiamento sull'alimentazione generale. R4 limita il guadagno, ad evitare una autooscillazione parassitaria.

Nulla muta nei due successivi amplificatori.

All'uscita del TR3, non vi è un normale trasformatore di accoppiamento, ma una coppia di avvolgimenti dal secondario con presa centrale ed impedenza di blocco.

Detti servono a pilotare il rivelatore FM che ora esamineremo.

Nei televisori della « prima generazione » (come è noto l'audio TV è trasmesso in FM, mentre il video è AM, almeno in Italia, perché all'estero le cose cambiano) dicevamo, in questi televisori, si impiegava un rivelatore di tipo « discriminatore », che ogni lettore può analizzare rivedendo un vecchio schemario.

Il « discriminatore » aveva due svantaggi principali; necessitava di uno stadio limitatore che lo pilotasse escludendo ogni traccia di modulazione AM. Era inoltre assai critico per il bilanciamento, che richiedeva una scelta per le parti prioritarie ed una taratura non del tutto semplice.

In tempi più recenti, ci si è quindi orientati verso il « rivelatore a rapporto », in origine progettato dalla RCA, che anche il nostro sintonizzatore impiega.

Vediamo come funziona. S6 ha la presa centrale, quindi prevede due « semi-avvolgimenti ». Ad ogni capo esterno è connesso un diodo, ed ogni diodo fa capo ad un sistema bilanciato di cui fanno parte R19-R18 e C16-C17. Se il segnale

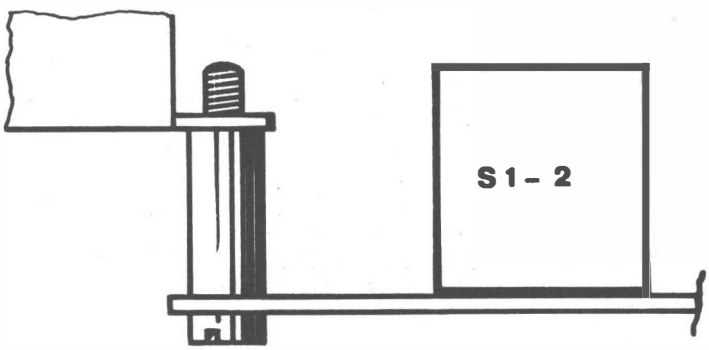


Fig. 101

Particolare costruttivo.

presente sul « S5 » aumenta in ampiezza, aumenterà anche ai capi di S6, ma aumenterà in modo bilanciato, quindi i diodi cancelleranno la risultante. Se invece sarà modulato in frequenza si avrà una differenza ai capi della coppia di diodi che si tradurrà in un segnale.

Nel sintonizzatore premontato è compreso un diodo BA102, un « Varicap ». Esso serve per il controllo automatico della frequenza ed agisce direttamente sullo stadio oscillatore compensando gli eventuali slittamenti dell'accordo, quindi mantenendo « centrata » la stazione che si intende ascoltare.

Naturalmente il Varicap deve essere comandato da una adatta tensione, e questa la si ricava dal rivelatore: R21, R22, C14 e C15 servono come filtro e praticamente il tutto lavora in questo modo. Se il segnale ai capi rivelatore-massa decrescono, decresce anche la tensione, quindi la capacità del diodo muta sino a riportare al « centro » la sintonia. Non appena ciò avviene la tensione aumenta e la capacità del diodo si stabilizza al valore « normale ». Il tutto accade a « velocità elettronica », quindi non si avverte il minimo « shift » o fluttuazione.

Al rivelatore a rapporto, segue TR4, che è un preamplificatore-separatore che completa l'apparecchio.

Lo stadio in cui questo è impiegato è classico: emettitore a massa, però con la R25 non shuntata per creare una controreazione che migliori il responso (si rammenti che un ricevitore FM è sempre o quasi sempre inteso per HI-FI), partitore sulla base calcolato per un guadagno molto elevato, così come il carico di collettore (R26). C24 trasferisce all'esterno l'audio.

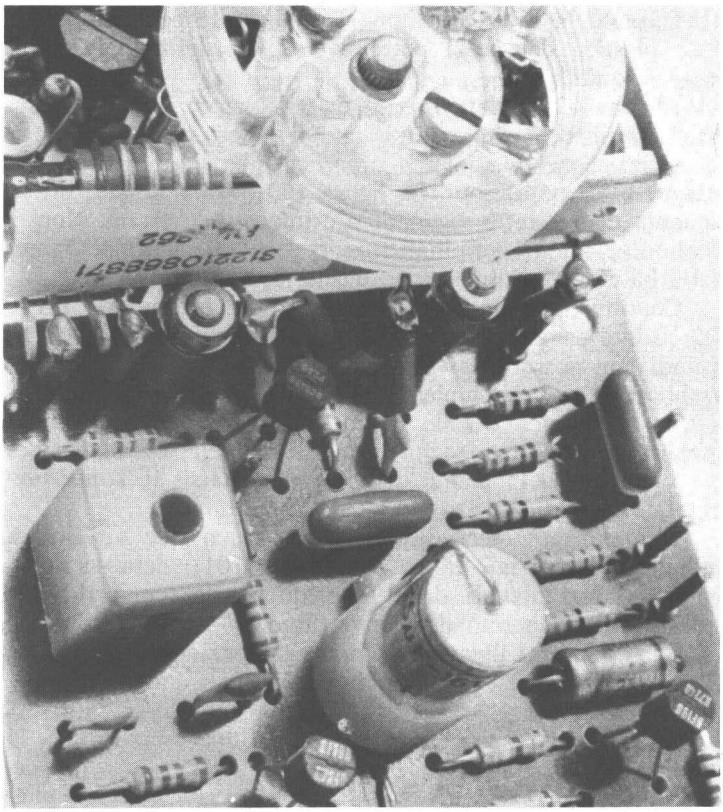
Tra « U » (uscita) e la massa è presente la R28 che contribuisce ad una impedenza costante: 3.900 ohm. La tensione-segnale ai capi di questa avrà un valore di 80 mV. La frequenza della banda passante andrà da poche decine di Hz a 15.000 Hz. Non sembri modesto, tale valore, perché i normali radioricevitori AM generalmente « passano » appena 5.000 Hz, o poco più; anche quelli che sembrano fedelissimi.

Avevamo premesso che noi non crediamo occorrano doti o preparazioni particolari, per costruire un ricevitore supereterodina FM, ed ora è il momento di dimostrare il nostro pensiero.

Vediamo allora.

La figura 100 mostra la basetta stampata che reggerà ogni parte.

Il lavoro può iniziare fissando al loro posto tutte le resistenze, con molta attenzione al codice dei colori che ne identifica il valore al fine di non scambiarle (!). R17, che nello schema è indicata come alternativa ad una impedenza sarà cablata solo se si prevede la ricezione monofonica; sì, perché questo sintonizzatore si presta anche alla FM Stereo, me-



Per contenere le dimensioni della basetta sono stati utilizzati condensatori a montaggio verticale.

diante un adatto Decoder che analizzeremo in seguito.

Si passerà poi ai condensatori C1, C3, C4, C7, C8, C11 e C 12; questi sono ceramici di piccole dimensioni che non hanno alcun verso obbligato.

Dopo aver controllato che ogni parte sia al suo posto, si procederà con C2, C6, C10, C17 e C18: altri ceramici « piccoli » a forma quadrata. C20, sarà utilizzato solo se si prevede il lavoro in « mono »: per lo stereo non serve. C19 invece va cablato comunque.

Siamo ora agli elettrolitici C21, C22, C23 e C24: attenzione alla polarità di questi! C23, a differenza degli altri è « verticale », per la corretta inserzione si noti bene lo « sperone » che sporge dalla base anulare, la figura 100 mostra l'orientamento giusto.

Vi sono ora due elementi a film plastico, da mettere a posto: essi sono C14 e C15.

Veniamo ai trasformatori interstadi; S1/S2, S3/S4 hanno caratteristiche identiche, il che appare anche dallo schema. Possono quindi essere interscambiati, è indifferente.

I loro piedini terminali hanno una particolare sagoma a trapezio che impedisce una inserzione errata nella basetta.

Durante la saldatura, non si applichi troppo calore. La base plastica dei pezzi potrebbe uscirne deformata: mano leggera, quindi.

Altrettanto va detto per il discriminatore S5/S6/S7.

I transistori, che costituiscono il passo successivo verso la realizzazione, hanno una superficie piatta proprio per distinguere le connessioni. La figura 100 mostra l'esatto orientamento di questa, e seguendolo è impossibile errare. Non si debbono saldare i terminali troppo corti; diciamo che 5 mm dalla basetta è la dimensione ideale, come altezza.

Continuando con i semiconduttori, si inseriscono D1 e D2; il lato catodo è contraddistinto da una fascetta colorata, quindi non possono esservi errori. Con il che, la basetta dovrebbe ora essere completa.

La si paragonerà alla figura 100 per scoprire eventuali inesattezze, scrutando ogni parte, elenco relativo alla mano.

Viene ora il momento di unire allo chassis il Tuner premontato.

Il montaggio meccanico si effettua con due viti M 2,6 infilate in distanziali da 10 mm (figura 101); dette si impanano nei fori filettati delle linguette a tale scopo ricavate sull'involucro-schermo del convertitore.

La figura 100 illustra le cinque connessioni elettriche da effettuare tra basetta e premontato; i fili saranno più corti possibile: diciamo 12-15 mm.

Ai piedini numero 1 e 3 del convertitore si collegherà la piattina di connessione nella gamma, a questo proposito, basterà un dipolino di filo rigido, o realizzato sempre in piattina. Per la realizzazione di antenne destinate alla ricezione di stazioni lontane (direttive a più elementi) si tenga presente che l'impedenza d'ingresso dell'apparecchio è 75 ohm.

Per finire col montaggio, diremo che il convertitore è fornito di una puleggia in plastica che si fissa sull'alberino di controllo della sintonia mediante due viti « M 3 X 6 ». La puleggia, a sua volta, consente la facile sistemazione di una funicella che serva per reggere l'indice di una scala (figura 102). Naturalmente, per far scorrere la funicella si dovrà prevedere l'opportuna sistemazione di un perno, libero di ruotare in una boccola, e di eventuali pulegge supplementari di scorrimento. Preferiamo non trattare nei dettagli la mec-

PER UNA BIBLIOGRAFIA

Certamente, nella trattazione di un solo apparecchio radioricevente, e per di più in una trattazione orientata verso la pratica costruttiva, non si può spiegare la totalità dei complessi princìpi che rendono possibile la trasmissione e la ricezione FM.

Per chi volesse veramente erudirsi in materia, citiamo allora i testi fondamentali, apprezzati in tutto il mondo. Purtroppo sono in lingua inglese, ma come è noto, moltissimi dei manuali meglio documentati e più profondi sono oggi americani, quindi le scelte sono apparentemente due: imparare l'inglese, o trascurare le migliori fonti di informazione!

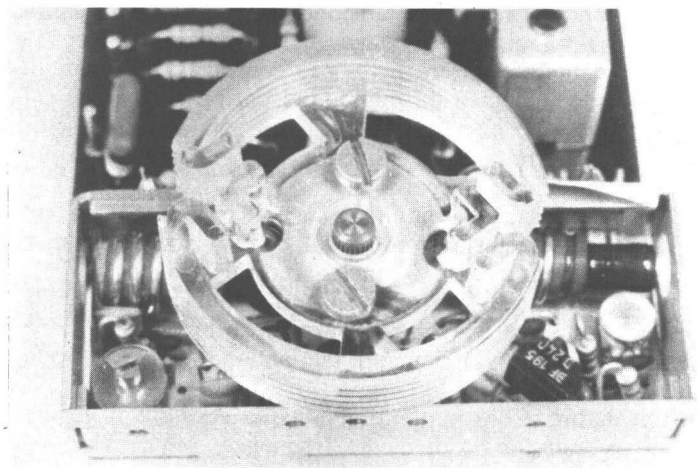
Ciò premesso, con indubbio malumore per questa sudditanza tecnica ogni giorno più evidente, citiamo allora la bibliografia:

canica relativa per non mettere limitazioni alla fantasia costruttiva del lettore che supplirà.

A proposito dei controlli, aggiungeremo che un interruttore facoltativo può essere collegato tra il piedino 8 del convertitore ed il negativo generale; questo servirà a mettere in corto la linea dell'AFC escludendolo a volontà. Effettuando ricezioni a distanza elevata, l'AFC è talvolta un fastidio; come molti robot stupidotti dei racconti di fantascienza scambia il « fading » per uno slittamento, ed intervenendo continuamente rende disagevole l'ascolto.

Non a caso, lo ripetiamo, è stato scelto il convertitore premontato; infatti esso offre anche la taratura già rifinita di fabbrica, il che elimina la parte più complicata del lavoro.

Anche i trasformatori di media frequenza sono preallineati, quindi, l'apparecchio appena finito dovrebbe poter funzionare, anche se non proprio in modo ottimale, perché un piccolo scarto nelle regolazioni deve essere ammesso, an-



Parte del circuito racchiusa fra pareti schermanti.

1) Goldsmith: *Frequency Modulation*, Edizioni RCA, 1948 (in due volumi).
2) Rider e Uslan: *FM Transmission and Reception*, Edizioni John F. Rider, 1948.
3) Wolf: *FM schematic digest, Two Way*, Edizioni Radio Engineers, 1970.
4) The General Electric Staff: *Pre-Progress Line Diagram* (in due volumi), Edizioni General Electric, Radio Department, 1968.
5) Hund: *Frequency Modulation*, Edizioni Mc Graw-Hill Book Co., 1942 e segg.
6) Litell: *Two Way FM Radio*, Edizioni Mc Graw-Hill Book Co., 1959.
7) Headquarters Staff ARRL: *VHF Amateur manual*. Edizioni ARRL, 1970.

zi, atteso.

Vediamo allora come si può migliorare la taratura fondamentale.

Occorre un generatore di segnale a 10,7 Mhz ed un Tester. Per quest'ultimo, nulla da dire.

Il generatore può essere quello di figura 81, munito di un idoneo cristallo. Oppure un apparecchio commerciale che il lettore si può far prestare « una tantum » da qualche amico che ne sia in possesso.

Orbene. Il generatore sarà posto con la massa al lato massa del nostro sintonizzatore, mentre il segnale, tramite un condensatore di accoppiamento da 1.000 oppure 1.500 pF andrà al punto S4/C10, ovvero, praticamente alla base del TR3.

Se si usa un generatore di costruzione industriale, lo si regolerà per ottenere un segnale non modulato. Il tester, con un fondo scala di 1-1,5 V, lo si collegherà tra il punto « M » dello chassis (accanto al C18) ed il negativo generale.

In queste condizioni, mediante una chiave di taratura in plastica, si ruoterà di poco il nucleo di S5-S6 posto dal lato di R14. Attenzione; il nucleo centrale del trasformatore non deve essere toccato.

Se ruotando il nucleo la tensione misurata tende a salire, si procederà sin che ciò avviene; nel contrario, con eguale lentezza e cautela si girerà nel senso contrario. Può capitare che spostando il nucleo da qualunque parte, la tensione cali in ogni modo. Ciò significherà una cosa sola; che il trasformatore è già perfettamente allineato, ed ogni intervento non può che peggiorarne l'accordo.

Si sposterà ora, qualunque sia stato il responso della prova precedente, il tester ai capi di C20, con il negativo a massa.

Sempre senza toccare il nucleo centrale (bianco) si tenterà la regolazione di quello che è posto dalla parte del D2. Il risultato migliore, stavolta, è l'azzeramento della tensione. Azzeramento che dovrà rimanere tale anche invertendo i puntali del Tester.

Il rivelatore è ora a punto. Possiamo spostare il generatore sul secondo stadio di media frequenza: più precisamente al punto di connessione tra C6 ed S2, sempre per tramite di un condensatore da 1.000 o 1.500 pF.

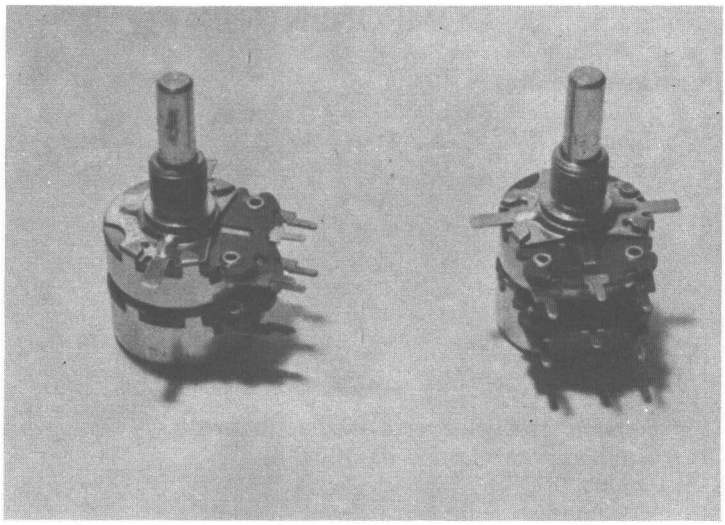
Il Tester sarà riportato tra il punto « M » e la massa.

Si ruoterà il nucleo di S3/S4 per ottenere la massima tensione misurata.

Si vada al primo stadio, ora: il generatore sarà portato al punto di unione tra C2-R1 (ed alla massa ovviamente). Regolando S1/S2, si ricercherà come al solito la massima possibile tensione tra « M » e la massa.

Il canale di media frequenza ora è perfettamente allineato e forse non conviene eseguire altre manovre.

Volendo spostare in alto o in basso la frequenza del convertitore, in modo da alterare la gamma di ricezione, si può intervenire sul piccolo compensatore interno al premontato, che nella figura 100 è siglato « Osc ». Questa è una opera-



Potenziometri doppi per il controllo fisiologico di sorgenti stereofoniche.

zione assai delicata e quasi sempre inutile, a meno che non si voglia trasformare l'apparecchio in un ricevitore per la banda aeronautica (che inizia subito dopo il termine di quella FM) o simili. Tali trasformazioni sono però possibili solo se si ha l'esperienza necessaria ed una attrezzatura abbastanza compiuta, quindi, lo ripetiamo, sono da sconsigliare a chi realizza per la prima volta un montaggio complesso.

Come abbiamo visto, il nostro sintonizzatore FM non possiede la sezione amplificatrice audio di potenza, quindi se non si desidera ascoltare in cuffia (e certo sono pochi coloro che si possono accontentare di questa prestazione) è necessario raccordare all'uscita un adatto complesso.

Per essere appunto « adatto » l'amplificatore deve avere una sensibilità di 100 mV/in per la massima potenza; la quale ultima non interessa in quanto sarà il lettore a sceglierla a seconda delle sue esigenze.

Se 2,5 W bene espressi bastano (e noi crediamo che bastino) allora un amplificatore dalle buonissime caratteristiche di adattamento è quello che abbiamo visto nella figura 24.

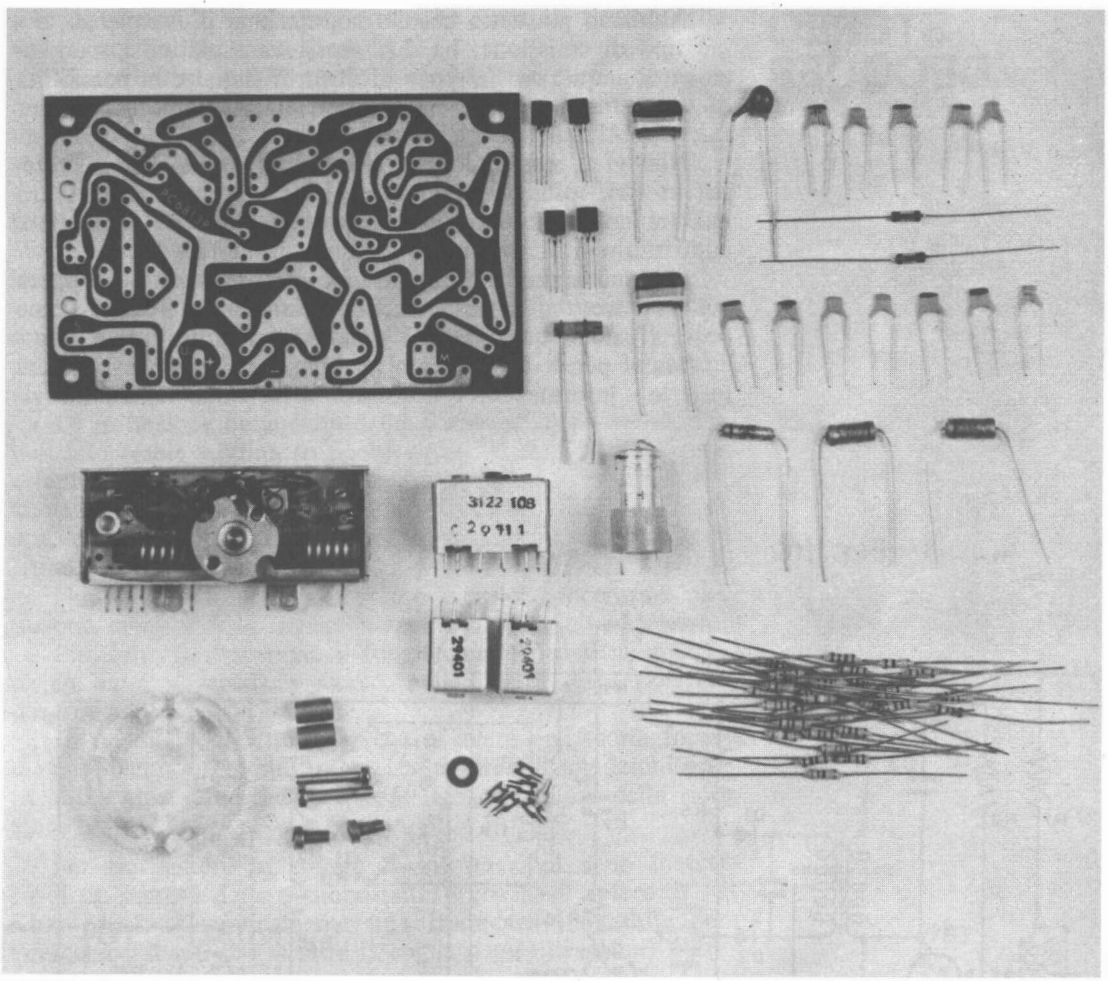
Con i due apparecchi riuniti si otterrà un ricevitore FM veramente ad Alta Fedeltà, pari o superiore a costosi modelli commerciali.

L'alimentazione a 9 V servirà per l'amplificatore e per il sintonizzatore; potrà essere unica dato che i due apparecchi prevedono delle cellule di filtro che si oppongono ad eventuali fenomeni parassitari. Nella figura 99, per esempio, si vedano R27 e C23.

Per maggiore sicurezza, comunque, in parallelo alle pile che si usano, dopo l'interruttore generale, si potrà collegare un condensatore da 2.000 μF/15 V.

COMPONENTI

C1: Condensatore da 10.000 pF.
C2: Condensatore da 1.000 pF.
C3: Eguale al C1.
C4: Eguale al C1.
C5: E' compreso nella prima media frequenza.
C6: Eguale al C2.
C7: Eguale al C1.
C8: Eguale al C1.
C9: E' compreso nella seconda media frequenza.
C10: Eguale al C2.
C11: Eguale al C1.
C12: Eguale al C1.
C13: E' compreso nella terza media frequenza.
C14: Condensatore plastico da 100.000 pF.
C15: Eguale al C14.
C16: E' compreso nella terza media frequenza.
C17: Eguale al C2.
C18: Eguale al C2.
C19: Condensatore ceramico da 47 pF.
C20: Condensatore ceramico da 2.200 pF.
C21: Condensatore elettrolitico da 10 μF.
C22: Condensatore elettrolitico da 2,5 μF.
C23: Condensatore elettrolitico da 125 μF.
C24: Condensatore elettrolitico da 10 μF.
D1: Diodo AA119.
D2: Diodo AA119.
PL: Tuner premontato per modulazione di frequenza. Philips PL362.
R1: Resistenza da 8.200 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 1.500 ohm, ¼ W, 5%.
R3: Resistenza da 1.000 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 220 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Eguale alla R4.
R6: Resistenza da 2.200 ohm, ¼ W, 5%.
R7: Resistenza da 6.800 ohm, ¼ W, 5%.
R8: Eguale alla R3.
R9: Eguale alla R4.
R10: Eguale alla R4.
R11: Eguale alla R6.
R12: Eguale alla R1.
R13: Eguale alla R3.
R14: Eguale alla R4.
R15: Resistenza da 3.900 ohm, ¼ W, 5%.
R16: Resistenza da 100 ohm, ¼ W, 5%.
R17: Resistenza da 47.000 ohm, ¼ W, 5%.
R18: Resistenza da 5.600 ohm, ¼ W, 5%.
R19: Eguale alla R18.
R20: Resistenza da 680 ohm, ¼ W, 5%.
R21: Resistenza da 100.000 ohm, ¼ W, 5%.
R22: Eguale alla R21.
R23: Resistenza da 56.000 ohm, ¼ W, 5%.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 20, è disponibile a richiesta.

R24: Resistenza da 270.000 ohm, ¼ W, 5%.
R25: Eguale alla R3.
R26: Eguale alla R15.
R27: Resistenza da 68 ohm, ¼ W, 5%.
R28: Resistenza da 22.000 ohm, ¼ W, 5%.
S1-S2: Trasformatore di media frequenza a 10,7 Mhz.
S3-S4: Eguale a S1-S2.
S5-S6-S7: Trasformatore per rivelatore FM a 10,7 Mhz.
TR1: Transistore BF198.
TR2: Eguale al TR1.
TR3: Eguale al TR1.
TR4: Transistore BC549/B.

RE 20

STEREO DECODER

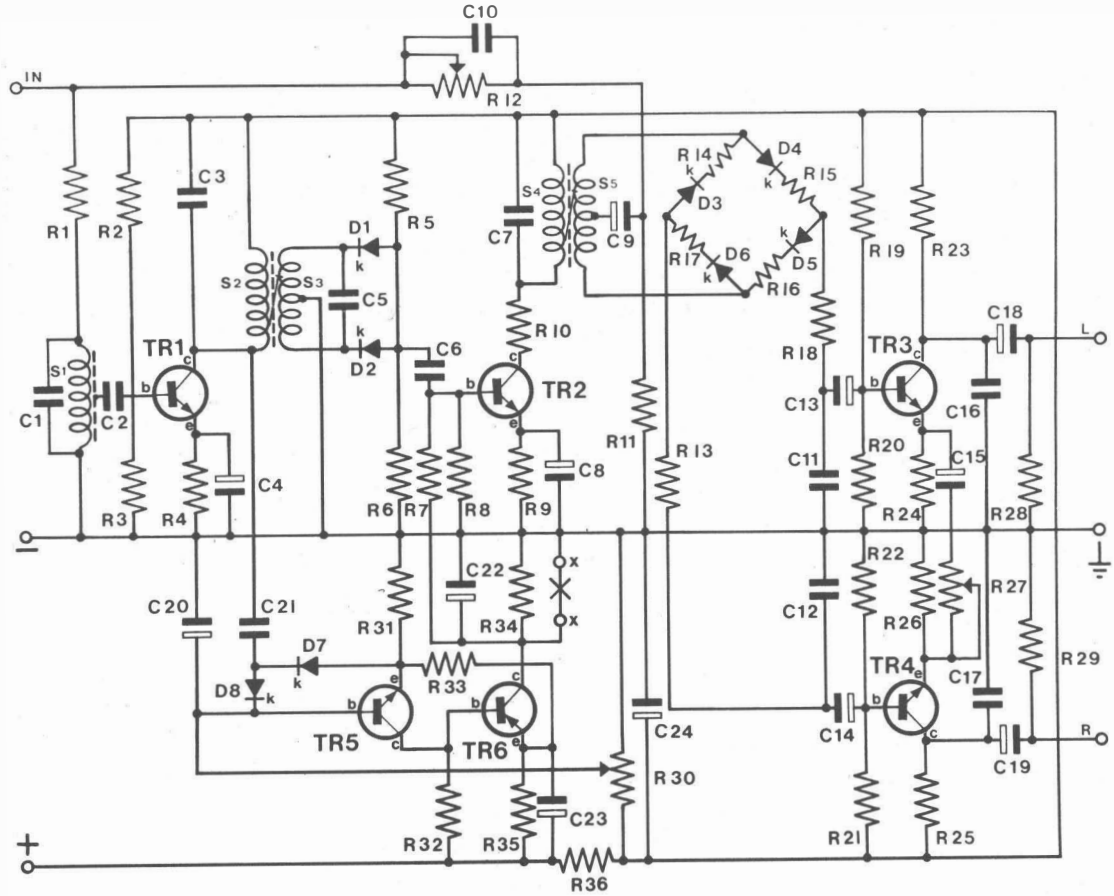
Abbiamo già detto che la modulazione di frequenza, come tipo di emissione, ha due grossi vantaggi sulla modulazione di ampiezza: l'assenza di disturbi statici e la possibilità di trasmettere con una modulazione larghissima, ideale per fare dell'Alta Fedeltà.

Non vi è musicofilo che non ascolti i programmi preferiti in FM, infatti, ed anni fa, proprio per venire incontro agli innumerevoli patiti si è trovato il modo di trasmettere addirittura in stereofonia.

Ciò può meravigliare, pensando ai sistemi messi in opera per lo stereo su disco o nastro: infatti, non si vede come possa ripetersi qualcosa del genere in radiofrequenza.

Ma si pensi un momento al segnale video. Esso contiene tutte le « informazioni » necessarie a far funzionare il ricevi-

Fig. 102



Schema elettrico generale.

tore di immagini; il sincro, la tonalità video, il ritorno della traccia controllato e via dicendo.

Così, il segnale FM stereo è una portante che contiene una modulazione; la modulazione, a sua volta, contiene le informazioni codificate per ottenere l'esatto funzionamento stereofonico, assieme all'audio.

Chi ha avuto occasione di ascoltare la stereofonia radiofonica, con un buon apparecchio, avrà notato che essa veramente non fa rimpiangere quella discografica o « registrata » in genere dicendo.

In pratica, le informazioni che guidano il funzionamento sono supersoniche, quindi non interferiscono con l'audio: possono essere trasmesse proprio in grazia della larghezza della banda.

La trattazione dettagliata della ricetrasmissione stereo FM non può essere trattata in poche righe: vi sono infatti interi e lunghi capitoli che la espongono, anche ed esaurientemente nelle opere che abbiamo citato in calce alla descrizione precedente: si veda il Goldsmith. O l'ottimo manuale di Hund.

Non cadremo quindi nell'errore di voler concentrare una materia complessa in un commento che non può soddisfare.

Piuttosto, descriveremo il funzionamento ed il montaggio di un buon « Decoder » stereo, nella nostra linea generale d'informazione.

In tal modo, il lettore, invece di avere una teoria forzatamente lacunosa, quindi imprecisa, avrà delle cognizioni pratiche e « giuste » anche su questo lato particolare della ricezione FM.

Per trasmettere in stereo, le informazioni sono inviate su di un segnale detto « subportante » che ha il valore di 19 Khz; questa è praticamente una frequenza inaudibile per l'orecchio umano (è già oltre la soglia degli ultrasuoni) quindi non disturba.

Nei decodificatori stereo la si amplifica (viene ricavata dal sintonizzatore assieme all'audio) e la si duplica.

Nel nostro circuito, figura 102, lo stadio amplificatore a 19.000 Hz è il TR1; S1, con C1 risuona appunto al valore specificato. Il duplicatore è a diodi e comprende S2/S3, C5 D1-D2. Questi ultimi, per il migliore funzionamento, ricevono una leggera polarizzazione diretta tramite R5-R6. TR2 amplifica il segnale duplicato.

Si notino ora TR5-TR6. Questi due, non servono per l'elaborazione dei segnali, ma costituiscono una unità di segnalazione.

Ai capi « X-X » del circuito, è connessa una lampadina a incandescenza da 9 V. Questa si può accendere solo se il TR6 conduce, ed il TR6 può condurre unicamente se i diodi D7-D8 ricevono il segnale della sub portante stereofonica dal collettore del TR1 tramite C21. In sostanza allora, la lampadina segnala che trasmissione captata è in stereo. Perché? Semplice, perché le stazioni di radiodiffusione non specificano di volta in volta se la musica che sarà trasmessa è mono-

fonica o no, dato che ormai la stereofonia via radio non è più una novità.

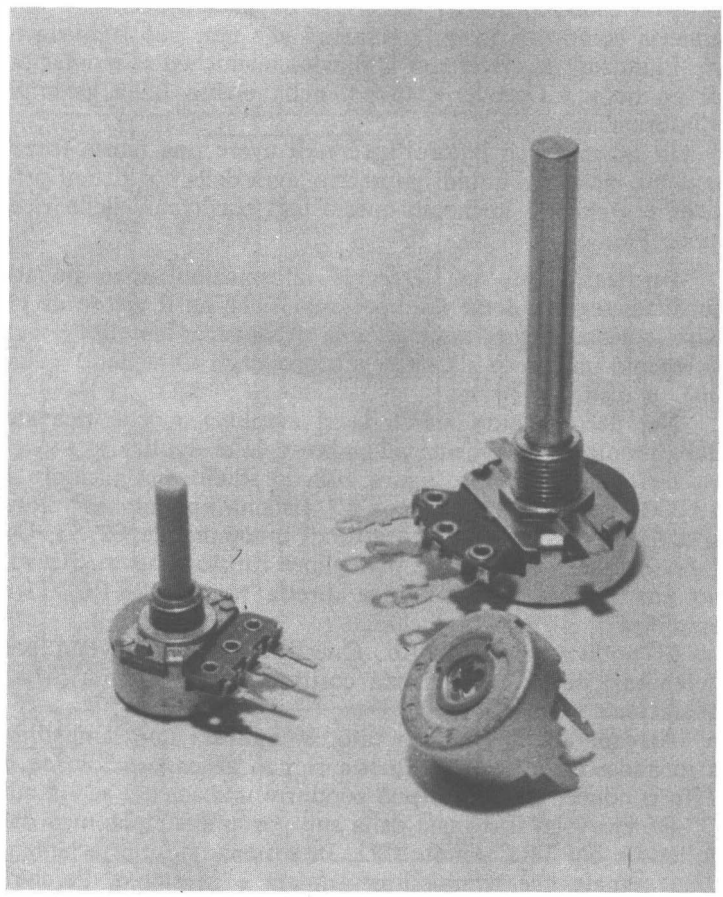
Ora, non è che se manca il codice e la relativa « sottomodulazione » l'apparecchio cessi di funzionare. Semplicemente dà la riproduzione sempre ad alta fedeltà, ma « mono »; il che può allarmare l'ascoltatore che può credere in qualche difetto nella decodificazione.

La lampadina, invece, toglie ogni dubbio; non appena arriva lo stereo si illumina.

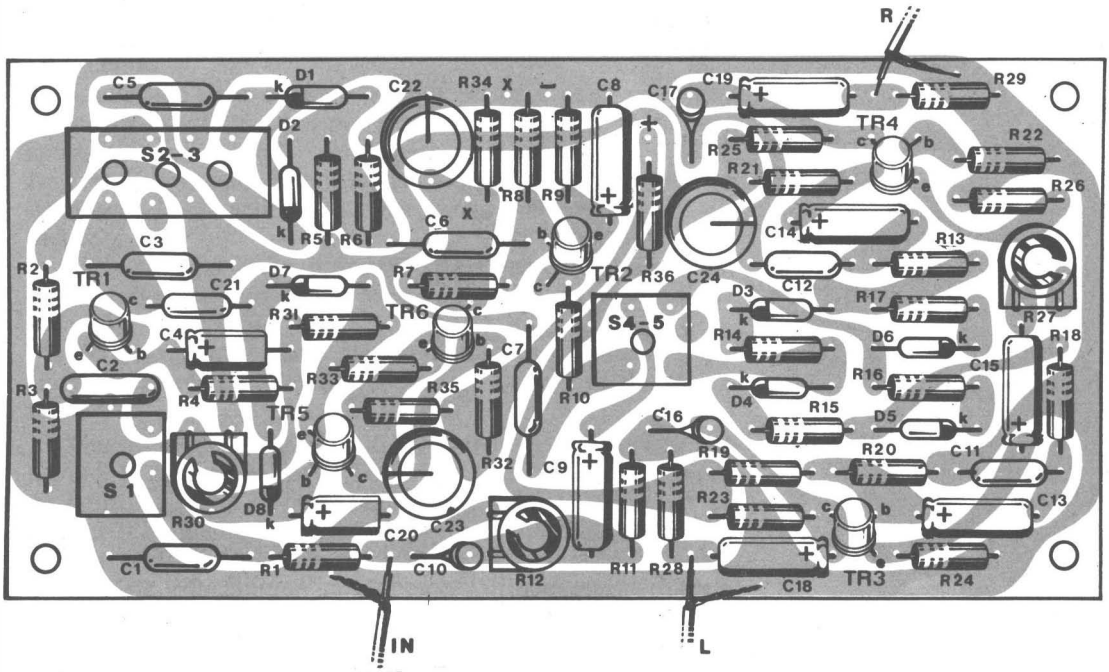
Frattanto, il segnale attraverso C6 prosegue anche verso TR2, e da questo all'S4-S5. Ai capi dell'S5 è presente un ponte di diodi che costituisce il vero demodulatore « Sinistra + Destra » e « Sinistra — Destra ». Il segnale audio decodificato, ovvero con la subportante soppressa, destinato all'altoparlante definito destro dello stereo (tramite un adatto amplificatore) scorre attraverso la R13 e giunge al preamplificatore « di canale » costituito da TR4 e parti annesse.

Il segnale definito sinistro del pari decodificato, tramite R18 perviene al preamplificatore opposto ed uguale: TR3.

Tutto ciò, come funzionamento generale. Ora, vedendo



Un esempio di come un potenziometro con un preciso elenco di specifiche possa essere reperito in diverse forme.



Basetta e disposizione dei componenti. Fig. 103

il dispositivo, stadio per stadio, noteremo che non vi sono particolarità eccezionali. TR1 è polarizzato da R2 ed R3, stabilizzato da R4 e C4. TR2, funziona sempre con l'emettitore a massa in uno stadio parimenti tipico per disposizione e valori.

TR5 è un amplificatore di corrente continua, ed ha il guadagno controllato da R30. TR6 è praticamente nulla più di un interruttore che accende o spegne la lampadina a seconda se alla base vi è una corrente che lo ponga in conduzione o no.

Altrettanto tipici sono i preamplificatori dei due canali: TR3 e TR4. Trattasi di stadi con l'emettitore a massa, ad alto guadagno e basso fruscìo. La R27 posta sull'emettitore del TR4 serve a bilanciare il guadagno della coppia.

Una volta che il tutto sia perfettamente allineato e funzionante, si hanno le seguenti prestazioni:

1) La tensione d'ingresso può salire sino a 280 mV senza che si verifichino distorsioni.

2) La tensione-segnale di uscita, con 80-100 mV di ingresso vale 220 mV per canale.

3) L'impedenza di uscita, per ogni canale, è 10.000 ohm,

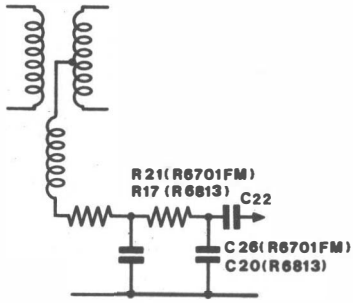


Fig. 104

Esempio di collegamenti.

quindi ottima per il raccordo con amplificatori a transistor di ogni genere.

4) La diafonia è dell'ordine dei 35 dB, quindi all'altezza di qualunque prodotto dell'industria.

5) La distorsione è dello 0,5% o inferiore, misurata a 1.000 Hz su ciascun canale. A 15.000 Hz decresce.

Diremo subito, che se si paragona il numero dei componenti e la complessità delle funzioni ad altri apparati, questo apparecchio risulta semplice, e che la sua realizzazione pratica non comporta alcuna difficoltà. Tanto per fare un paragone, è più facile montare il Decoder che il Sintonizzatore visto in precedenza.

La figura 103 mostra il circuito stampato da impiegare.

Come di solito si monteranno prima di tutto le resistenze ed i condensatori non polarizzati, poi i trimmer R12, R27, R30.

Sarà di seguito la volta degli elettrolitici, da cablare con la non mai eccessivamente raccomandata cura per la polarità. C22, C23, C24 sono « verticali ». Come abbiamo visto in altre occasioni, la loro polarità è contraddistinta dallo sperone ricavato sul « colletto » di plastica gialla innestato alla base. Seguendo attentamente la figura 103, tali sporgenze si scorgono nettamente, quindi non vi è possibilità di errore.

C23 ha un ingombro pressoché eguale a C22 e C23, quindi si farà attenzione a non scambiarlo con uno di questi, altrimenti l'apparecchio poi non funzionerà.

I diodi, passo successivo nella realizzazione, hanno il lato catodo marcato da una striscia circolare, anzi, anulare. La si osservi bene, e si eviti ogni inversione che pregiudicherebbe senz'altro il funzionamento.

La bobina S1 ha un involucro molto simile al trasformatore S2/S3, quindi potrebbe sorgere qualche confusione; si noti però che la prima è marcata 92032, mentre l'altro por-

ta il timbro 92091: la diversa stampigliatura eviterà ogni perplessità.

L'una e l'altro saranno saldati senza eccessi di calore, come per i diodi e come per i transistori. Questi, hanno una sporgenza sull'involucro che evita ogni possibilità di confondere i terminali; corrisponde al piedino di emettitore e, comunque, la si vede bene nella figura 103 per ciascun elemento.

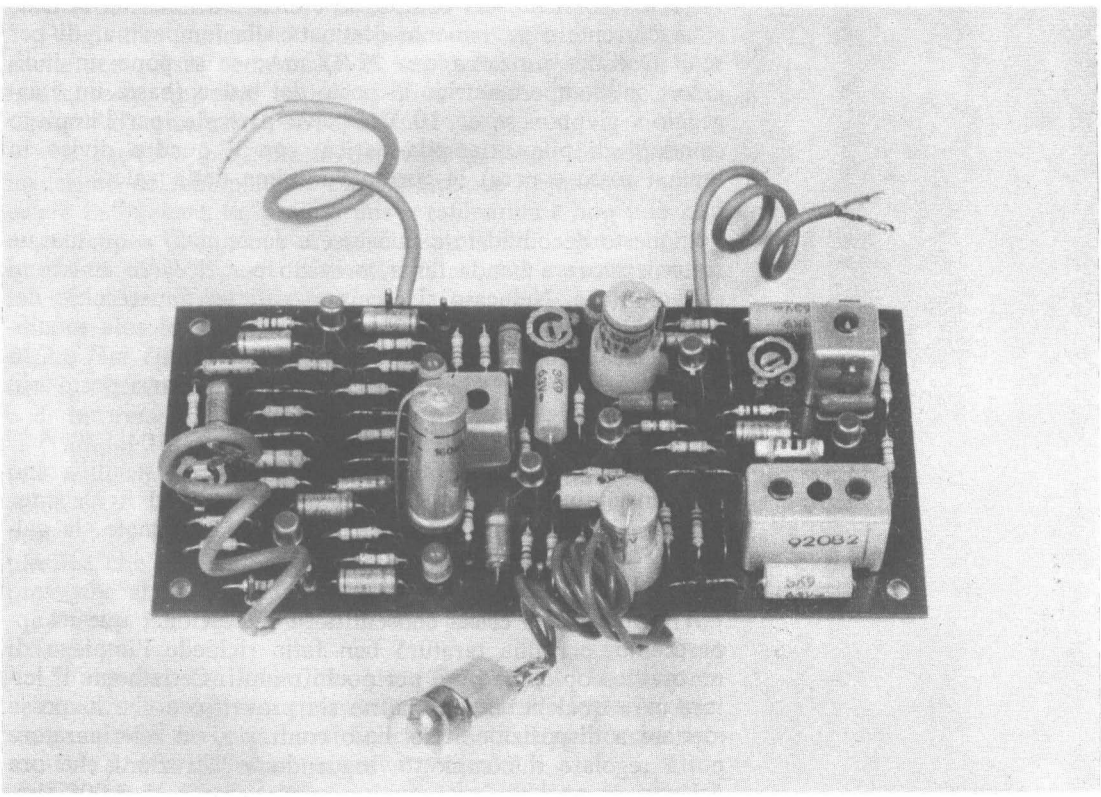
Il montaggio della basetta terminerà con S4/S5 e con il controllo generale delle parti, anche in riferimento alle polarità.

Vi sono però ancora alcuni dettagli da esaminare, per ritenere completo il lavoro, ed ora li esporremo di seguito.

Questo Decodificatore può funzionare con l'alimentazione a 9 V oppure a 15 V. La prima sarà utile nell'impiego portatile, la seconda nell'installazione fissa.

Per 9 V, R2 sarà da 22.000 ohm; R7 da 6.800 ohm.

Per 15 V, R2 passerà a 39.000 ohm; R7 a 15.000 ohm, ed in serie alla lampadina che segnala il funzionamento in stereo dovrà essere interposta una resistenza da 150 ohm, ½ W.



Prototipo a montaggio ultimato.

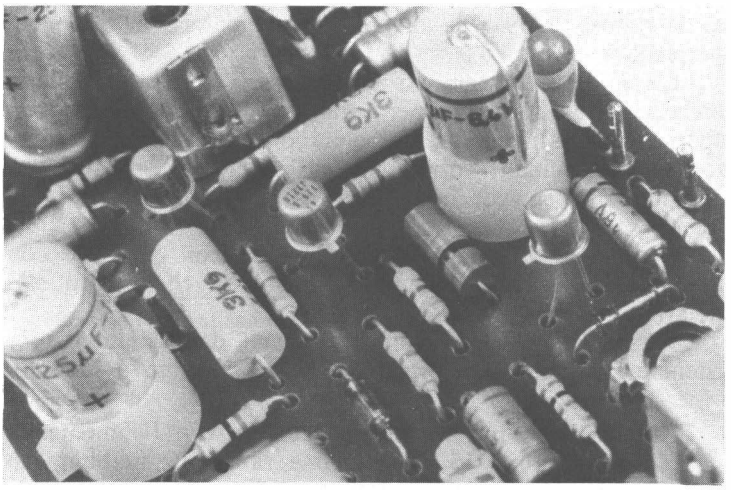


Immagine delle parti fissate sul supporto ramato.

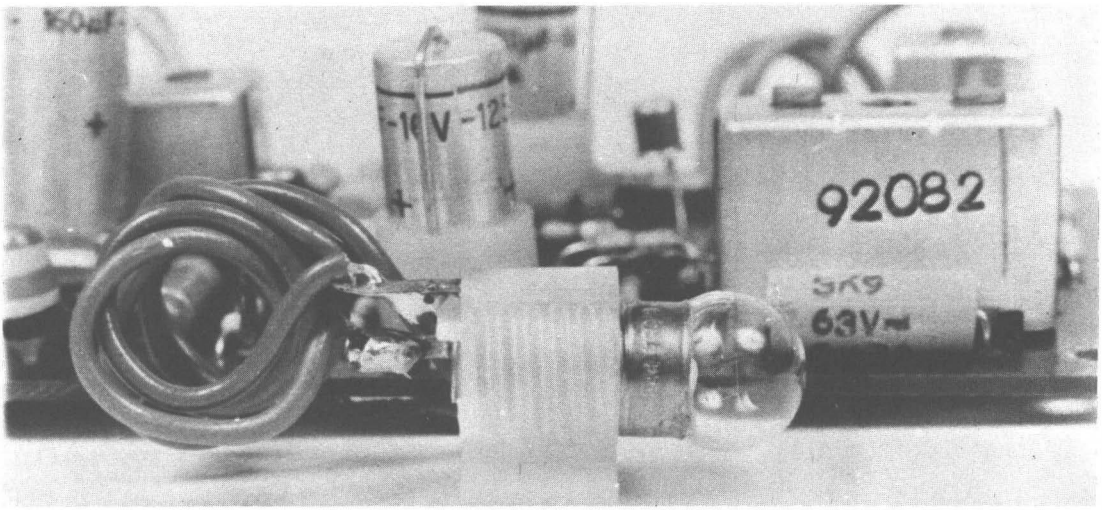
L'assorbimento del complesso è circa 90 mA, ma la massima corrente è ovviamente destinata alla lampadina; di per sé il Decoder funziona con 22-23 mA: se si pone un indicatore milliamperometrico al posto del bulbo (basta un « aggeggio » giapponese da 10 Vfs privo di scala, per l'impiego standard di pila-carica-pila-scarica, con il quadro diviso in sezioni rossa e nera) la corrente minima detta vale.

Questo decodificatore può essere accoppiato a qualunque sintonizzatore a banda larga, previsto per ricevere emissioni stereofoniche. Nel caso si faccia uso di un apparecchio del tipo già visto nella figura 99, occorrerà una piccola modifica: R17 sarà sostituita da una impedenza RF da 1 mH e C26 da un condensatore da 100 pF, ad ottenere la risposta più spinta verso i segnali a frequenza elevata.

Tale modifica è schematizzata nella figura 104.

Poiché, come abbiamo visto, nello stereo si utilizzano frequenze piuttosto alte, tra il sintonizzatore ed il Decoder si impiegherà uno spezzoncino di cavetto schermato, la calza del quale unirà le masse.

Per una volta ci sia consentita una eccezione; questo apparecchio, per una taratura ben fatta richiede l'impiego di un oscilloscopio, sia pure per pochi minuti. Certamente il lettore avrà qualche amico che ne sia provvisto e che lo possa mettere a disposizione. Nel caso contrario, un teleriparatore potrà regolare il complesso, seguendo le istruzioni che ora daremo, in pochi minuti, con una spesa media di 2.000 lire. Almeno se si tratta di un artigiano « onesto », aperto alle ne-



In primo piano, luce spia per l'indicazione delle condizioni di funzionamento.

cessità dei conoscenti.

Vogliamo comunque sottolineare ancora una volta che anche per questo apparecchio si impiegano avvolgimenti pretarati, scelti apposta, quindi al limite anche senza nessuna taratura il complesso potrebbe funzionare.

Le capacità parassitarie dei vari cablaggi, le tolleranze medesime dei componenti esterni tendono comunque ad alterare l'allineamento, per cui una « raffinatina » non può non essere utile. Ora, sarebbe assai facile dire: « girare-un-po'-qui-ed-un-po'-là » per i migliori risultati. Ma sarebbe contrario alla nostra linea didattica.

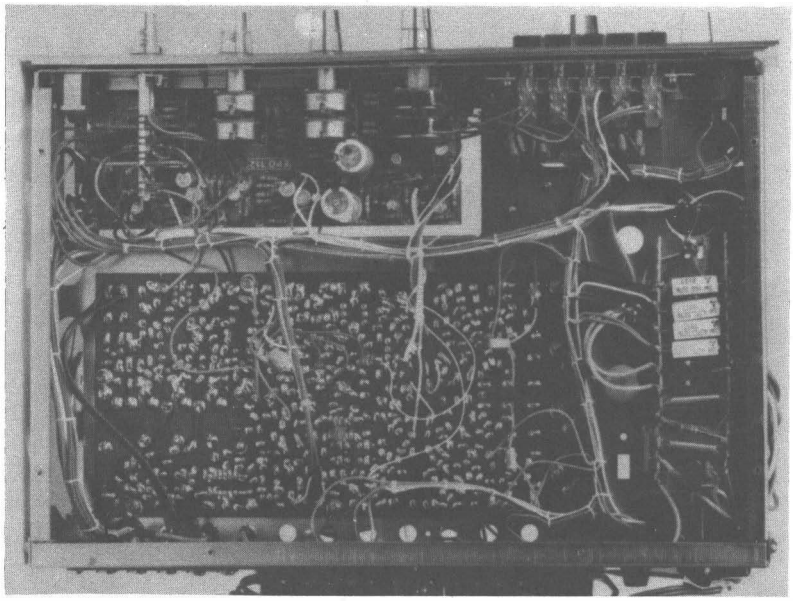
Esporremo quindi la procedura « standard » di regolazione, certi di offrire a chi legge, in tal modo, un tipo di conoscenza che nel prosieguo risulterà utile a fini professionali o di informazione generica.

Dunque, innanzitutto in presenza di segnale stereofonico (v'è qualche programma apposito, anche se saltuario) si regolerà R30 in modo che la lampada spia si accenda. Se al posto della lampada è impiegato il voltmetro economico in plastica che abbiamo citato, esso, col segnale, dovrà andare pressoché al fondo scala.

Di poi, R12 sarà ruotato sino al punto che la figura 103 mostra.

Si regolerà ora l'oscilloscopio a 38 Khz per la sincronia orizzontale (anche uno strumento di classe scadente ha questa gamma di lavoro). Lo si collegherà tra il punto che unisce D4/R14 e la massa (negativo generale).

Ora, ci si munirà di una chiave per taratura in plastica e si regolerà il nucleo di S1, S2/S3, S4/S5 sino ad osservare



Vista d'insieme dell'interno di una prestigiosa apparecchiatura stereofonica. Lafayette LR 200.

sullo schermo un segnale dalla massima ampiezza; eventualmente si agirà sul controllo dell'ampiezza verticale se le sinusoidi tendessero ad andare « fuori » dal tubo.

Se si udisse solo un canale, a questo punto, e la stereofonia non apparisse in tutta la sua profondità, sarà da rivedere R27, in alternativa continua con il nucleo di S3.

Il nucleo, essendo stato già posto in una posizione pressoché ottimale con il ciclo di lavoro precedente, dovrà essere ritoccato leggermente; R27 invece potrà subire diverse variazioni: comunque, la figura 103 mostra la posizione tipica per il cursore.

Come ultima operazione, R30 sarà ritoccato perché la lampada si spenga prontamente non appena la trasmissione in stereo finisce.

Volendo realizzare un assieme stereofonico HI-FI portatile o semi portatile di alta classe, si possono collegare tra loro: A) il Tuner di figura 99 con il circuito adattatore di figura 104. B) questo Decoder (figura 102). C) una coppia di amplificatori di figura 24, magari già cablati con il doppio controllo degli acuti, bassi e bilanciamento.

Il tutto sarà all'altezza di un ricevitore da 150.000 lire circa, facendo un paragone con la produzione industriale, e se si inseriscono gli eventuali controlli di tono di figura 8 e figura 13 (con l'anti-rumble, quindi) non vi saranno ricevitori del commercio paragonabili, se non nell'ordine delle va-

rie centinaia di migliaia di lire.

Non vogliamo naturalmente suggerire a chi legge, apparecchi dalla incredibile complessità; ma è implicito, nell'uso di un Decoder Stereo, il volere prestazioni di un livello già superiore alla norma. Inoltre, se le sezioni del sesquipedale ricevitore che abbiamo suggerito come ipotesi sono montate, regolate e provate una per una, il tutto diviene una realizzazione a livello dilettantistico. E' solo questione di volontà e pazienza, e pezzo per pezzo tutto può andare a posto per gradi senza difficoltà alcuna, raccogliendo i vari chassis su di un telaio metallico munito di spaziatori. I vari raccordi saranno sempre effettuati in cavo schermato, con le « calze » derivate al negativo generale.

Con questo suggerimento relativo al « super-ricevitore-FM-Stereo-HI-FI » termina la nostra disquisizione, che, come si nota, non è e non era fine a sé medesima, ma collegata a precedenti esperienze.

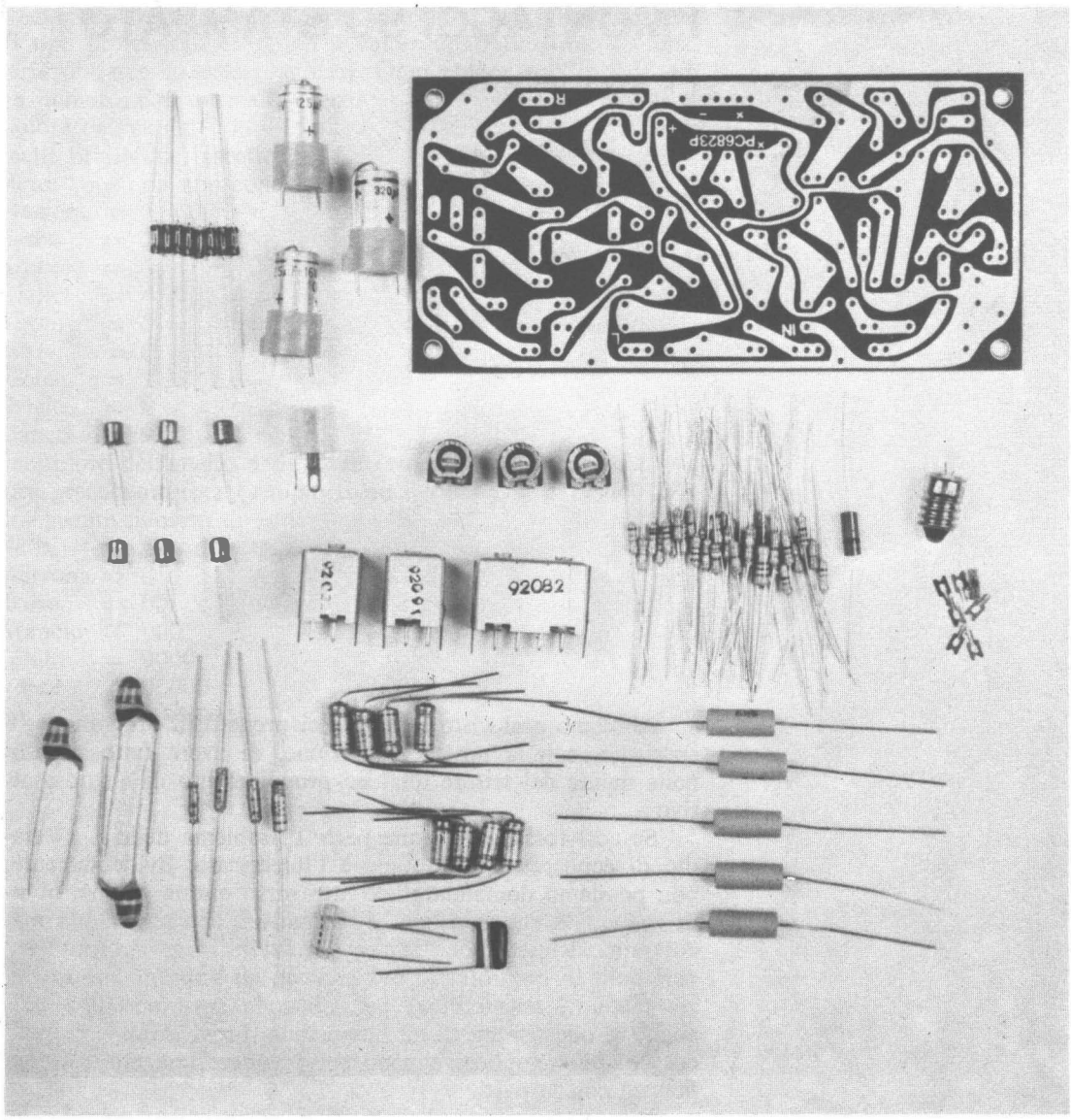
Esperienze che possono parere incredibili, per chi non abbia osservato le sezioni dell'ipotetico super-apparato ciascuna a sé, ma come si è visto, fattibilissime.

A questo tendeva la sostanza del nostro lavoro, stringendo; a dimostrare che con l'elettronica presa da un punto di vista pratico, coerente, non superficiale ma nemmeno sterilmente teorico, si può giungere a realizzazioni ambiziose con un minimo di preparazione, ed a una conoscenza non schematica, ma panoramica: praticamente dicendo.

COMPONENTI

C1: Condensatore da 3.900 pF.
C2: Condensatore da 10.000 pF.
C3: Eguale al C1.
C4: Condensatore elettrolitico miniatura da 10 μF.
C5: Eguale al C1.
C6: Eguale al C1.
C7: Eguale al C1.
C8: Eguale al C4.
C9: Eguale al C4.
C10: Condensatore ceramico da 1.800 pF.
C11: Condensatore ceramico da 900 pF.
C12: Eguale al C11.
C13: Eguale al C4.
C14: Eguale al C4.
C15: Eguale al C4.
C16: Eguale al C10.
C17: Eguale al C10.
C18: Eguale al C4.
C19: Eguale al C4.
C20: Condensatore elettrolitico da 3,5 μF.

C21: Condensatore ceramico da 100 pF.
C22: Condensatore elettrolitico da 125 μF.
C23: Condensatore elettrolitico da 320 μF.
C24: Eguale al C22.
C25: Condensatore ceramico da 22 KpF.
D1: Diodo AA119.
D2: Eguale al D1.
D3: Eguale al D1.
D4: Eguale al D1.
D5: Eguale al D1.
D6: Eguale al D1.
D7: Eguale al D1.
D8: Eguale al D1.
Lp: Lampadina da 9 V modello 7121/D.
R1: Resistenza da 27.000 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Resistenza da 22.000 ohm, ¼ W, 5% (si veda il testo).
R3: Resistenza da 6.800 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 1.000 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Resistenza da 10.000 ohm, ¼ W, 5%.
R6: Resistenza da 68 ohm, ¼ W, 5%.
R7: Eguale alla R3 (si veda il testo).
R8: Resistenza da 3.900 ohm, ¼ W, 5%.
R9: Eguale alla R4.
R10: Resistenza da 470 ohm, ¼ W, 5%.
R11: Eguale alla R2.
R12: Trimmer potenziometrico lineare da 10.000 ohm.
R13: Resistenza da 47.000 ohm, ¼ W, 5%.
R14: Eguale alla R3.
R15: Eguale alla R3.
R16: Eguale alla R3.
R17: Eguale alla R3.
R18: Eguale alla R13.
R19: Resistenza da 270.000 ohm ¼ W, 5%.
R20: Resistenza da 68.000 ohm, ¼ W, 5%.
R21: Eguale alla R19.
R22: Eguale alla R20.
R23: Eguale alla R8.
R24: Eguale alla R4.
R25: Eguale alla R8.
R26: Eguale alla R4.
R27: Trimmer potenziometrico da 10.000 ohm.
R28: Eguale alla R11.
R29: Eguale alla R11.
R30: Trimmer potenziometrico lineare da 100.000 ohm.
R31: Resistenza da 470 ohm, ½ W, 5%.
R32: Resistenza da 2.700 ohm, ½ W, 5%.
R33: Resistenza da 390 ohm, ¼ W, 5%.
R34: Eguale alla R4.
R35: Resistenza da 12 ohm, ¼ W, 5%.
R36: Eguale alla R6.
R37: Resistenza da 2.200 ohm.
S1: Bobina di accordo modello MBLE 92032 (pretarata).
S2/S3: Trasformatore per duplicatore di frequenza.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 21, è disponibile a richiesta.

S4/S5: Trasformatore per decodificatore MBLE 92091 (pretarato).
TR1: Transistore BC109 (B oppure C).
TR2: Eguale al TR1.
TR3: Eguale al TR1.
TR4: Eguale al TR1.
TR5: Eguale al TR1.

I MONTAGGI SU STAMPATO

Abbiamo così visto l'ultimo dei progetti in programma, e speriamo, con la nostra esposizione, di avere fatto nascere nella mente del lettore qualche proponimento di « studio attivo ».

Se così fosse, ci si pone però il problema dello . . . « stadio di conoscenza » al quale è l'interessato. Evidentemente, non possiamo domandarglielo attraverso queste pagine, quindi faremo la supposizione più negativa: che non abbia mai costruito alcunché; che le sue cognizioni siano del tutto superficiali. In questo caso, ovviamente, gli sconsigliamo di iniziare con il trasmettitore per CB o la supereterodina FM, anche se questi progetti gli interessano. Provi prima con qualcosa di più semplice; almeno per prendere una minima confidenza con le parti.

Dicemmo della saldatura ancor prima di iniziare le descrizioni, quindi non è certo il caso di ripetere alcunché di specifico. Però v'è altro da dire in senso generico, essenzialmente pratico.

Daremo allora una serie di consigli per principianti. Chi ha già costruito con successo qualche apparecchio elettronico salti pure il testo che segue, se crede. Ma proprio se è esperto, perché altrimenti? Chissà che non trovi qualche noticina utile?

Il nostro colloquio con chi è quasi totalmente all'oscuro della pratica delle costruzioni, può iniziare dicendo che le varie parti si riconoscono con facilità esaminandone la forma, i colori, le eventuali scritte.

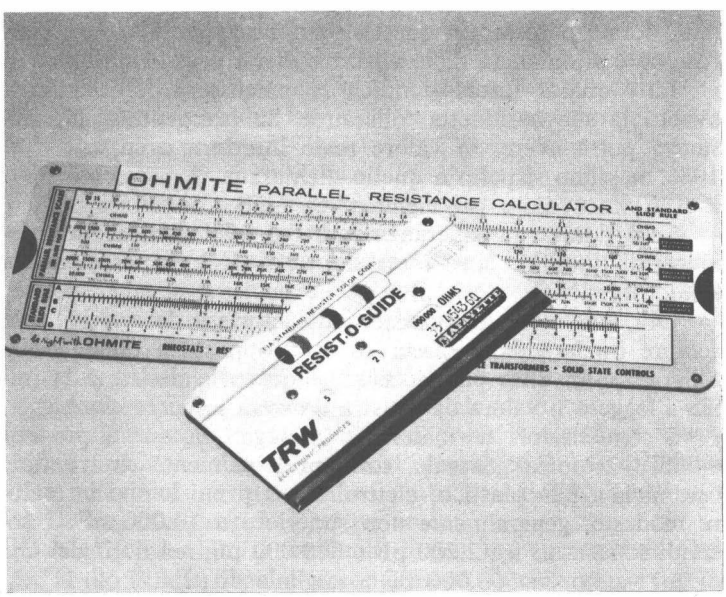
Le resistenze moderne, fatta eccezione per taluni modelli di tipo professionale, hanno il valore contraddistinto da una serie di fasce di colore anulari. Ogni colore corrisponde ad un numero, con questa sequenza:

Colore dell'anello
(nelle prime due fascette)

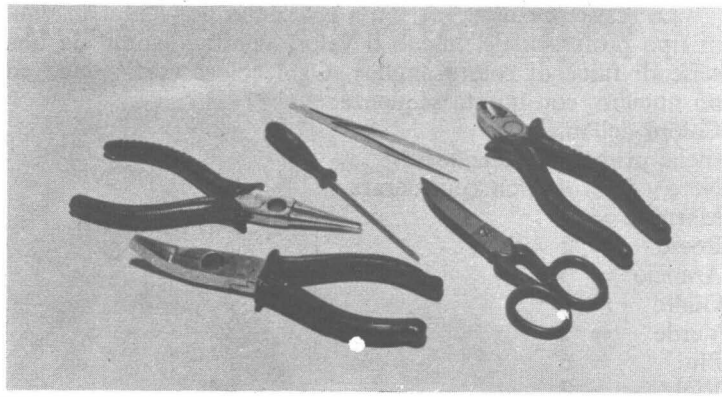
Nero = da non considerare.
Marrone = 1
Rosso = 2
Arancio = 3
Giallo = 4
Verde = 5
Blu = 6
Viola = 7
Grigio = 8
Bianco = 9

Colore dell'anello della terza fascetta; indica che alla lettura precedente (per esempio rosso e viola = 2 e 7, cioè 27) il seguente numero di zeri:

Nero = nessun zero.
Marrone = 0
Rosso = 00
Arancio = 000
Giallo = 0000
Verde = 00000
Blu = 000000



Regoli per il calcolo rapido della legge di Ohm e per l'identificazione delle resistenze.



Alcuni degli attrezzi indispensabili per il laboratorio.

(il Viola, che corrisponde a 7 zeri, si impiega solo negli elementi professionali, ed è comunque rarissimo).

Ora, rivedendo l'esempio di cui sopra, ovvero le due prime fascette rosso e viola che indicano 37, se la terza è, poniamo, rossa, si aggiungeranno due zeri ed in tal modo si leggerà 37 + 00 = 3.700 ohm. Se la terza è arancione gli zeri saranno tre, ed allora avremo 37.000 ohm, se è gialla saremo sulla base dei 370.000 ohm e via di seguito.

Chiunque abbia avuto in mano una resistenza, avrà però visto che oltre alle tre fascette variamente colorate che abbiamo « chiarito » ve n'è una quarta, che può essere argentata, dorata o rossa (in quest'ultimo caso, per non fare confusione è allontanata dalle altre tre di un paio di millimetri).

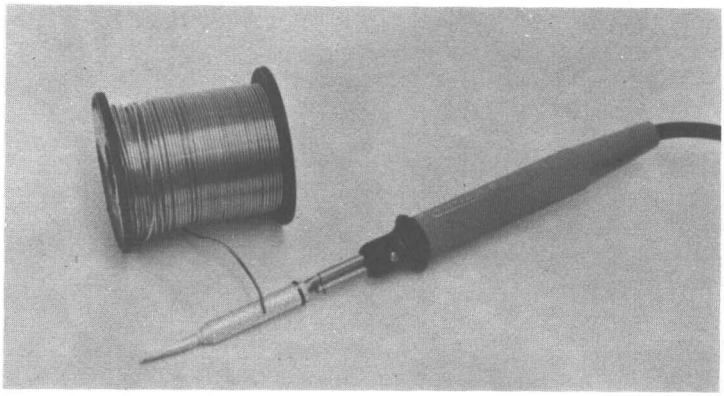
La « quarta fascia » indica la precisione dell'elemento, ovvero la sua cosiddetta tolleranza. Se è argentata, la resistenza potrà avere un valore reale inferiore o superiore al 10% massimo rispetto a quello dichiarato, in parole correnti è al 10%. (Valore per elementi comuni).

Se è dorata, la tolleranza sarà del 5%. (Valore per elementi di qualità). Se è rossa del 2%. (Valore per elementi semiprofessionali e critici).

Ora, una nota importante: la « lettura » dei valori deve sempre iniziare dalla fascia colorata opposta a quella della tolleranza. In altre parole, si pone questa a destra, e si inizia a leggere il valore da sinistra a destra in successione.

I condensatori normalmente impiegati in questi progetti e nell'elettronica generale, sono principalmente di tre tipi; ceramici; a film plastico; elettrolitici. I primi hanno un valore modesto, generalmente non superiore a 10.000 pF: i secondi sono usati tra 2.200 pF e 500.000 pF, nel normale. Gli ultimi vanno da 500.000 pF a migliaia di μF.

La capacità dei ceramici è di solito scritta in chiaro, ma



Ottimo stagno e saldatore pulito: la regola d'oro.

non sempre le Case indicano il suffisso esatto: pF. La ragione non è chiara, ma molti usano timbrare i condensatori con 47n per 47pF, oppure 47J sempre 47pF; o con altre lettere un po' « di fantasia », al posto dell'onesto e chiaro picoFarad, pF.

Attenzione quindi a queste sigle vagamente « misteriose ».

I condensatori in film plastico sono marcati in chiaro: per esempio: 4.700 pF, « Tot » V di lavoro. I più moderni elementi di questo tipo, europei, hanno un codice a colori che è eguale a quello delle resistenze: lo si legge dall'alto in basso, ovvero dal culmine del pezzo e andando verso i terminali. Questo sistema è impiegato anche dalla Philips per i suoi ceramici « Pin-Up ».

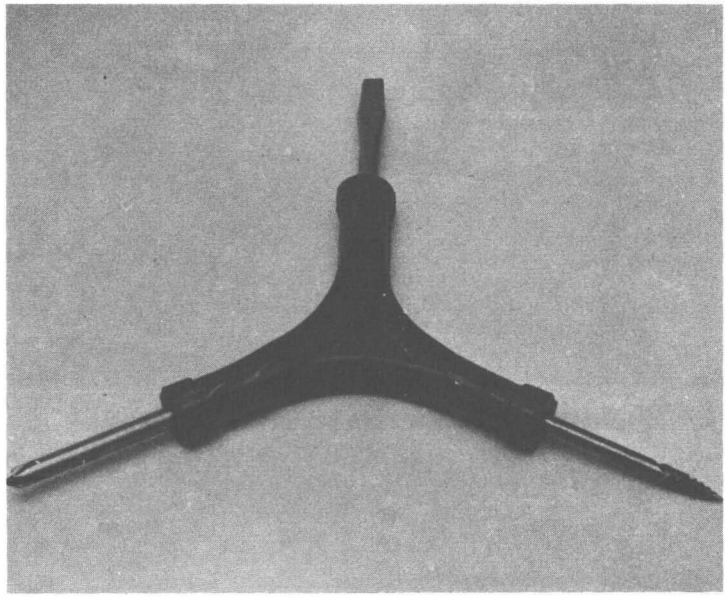
Fatto da notare: sia i condensatori a film plastico che quelli ceramici, non hanno una polarità: possono quindi essere inseriti in circuito come capita, senza osservare il segno della tensione presente.

Veniamo agli elettrolitici.

Questi hanno sempre il valore segnato in chiaro ed in modo standard: poiché hanno anche valori elevati, l'unità di misura è il microFarad, indicato come μF, oppure MF. Al valore segue la tensione di lavoro, sempre in chiaro; questa non deve mai essere superata, altrimenti il condensatore va fuori uso.

Meccanicamente, gli elettrolitici sono di due tipi: a montaggio « verticale » oppure « orizzontale ». Poiché i condensatori di questo genere hanno una polarità che deve essere tassativamente rispettata, pena l'immediato o quasi immediato fuori uso, è importante identificare il lato positivo e quello negativo, con i rispettivi reofori.

Negli elettrolitici orizzontali, il positivo corrisponde sempre al filo isolato rispetto al contenitore. Questo, in corrispondenza del positivo ha inoltre una strozzatura, almeno per la



Attrezzo multiuso.

maggioranza dei modelli europei. Positivo e negativo inoltre, sono sempre indicati con grande chiarezza, e per talune marche, ripetuti più volte di seguito con una forma semianulare o anulare.

Gli elettrolitici da montare « in verticale » sono muniti di un collarino di plastica alla base. Questo, reca uno sperone, una sporgenza: indica sempre il negativo del componente. Non solo il detto però, serve per l'identificazione, sebbene sia fondamentale; sull'involucro del condensatore è marcata come di solito la polarità bene in chiaro e ben visibile.

Nei nostri schemi, i condensatori sono sempre marcati « C », indifferentemente dal tipo; le resistenze invece sono indicate come « R ».

Anche i Trimmer semifissi, ovvero i micropotenziometri da regolare una volta per tutte e poi lasciare nella posizione che conviene, recano la sigla circuitale « R ». Questo perché sono da considerare resistenze aggiustabili, e non controlli.

Vedendo ora il montaggio, diremo che ogni parte deve essere sempre montata dalla parte NON ramata di ciascuna basetta. I collegamenti si effettuano « dal di sotto » mediante le piste ramate previste all'uopo.

I perni che hanno connessioni assiali, per essere posti

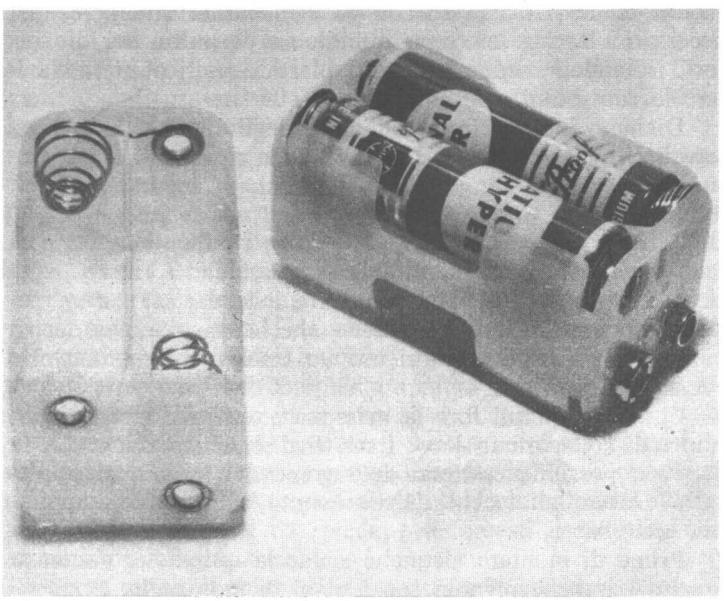
in loco, devono sopportare la piegatura ad angolo retto dei terminali. Detti, non debbono essere « squadrati in giù » rasente ai contenitori: anzi, è sempre bene lasciare la massima distanza possibile (compatibilmente con la foratura del circuito stampato) tra l'uscita dal pezzo ed il punto di piegatura. Nel caso dei diodi ciò è tassativo.

Quando si inseriscono i terminali dei pezzi nel circuito stampato, conviene tagliarli lunghi circa 5 millimetri e ripiegarli sulle linguette di rame. Conviene inoltre « sistemare » così i fili ma saldarli « a gruppi », invece che uno per uno; in tal modo si evita un riscaldamento « per fasi successive » delle parti più delicate.

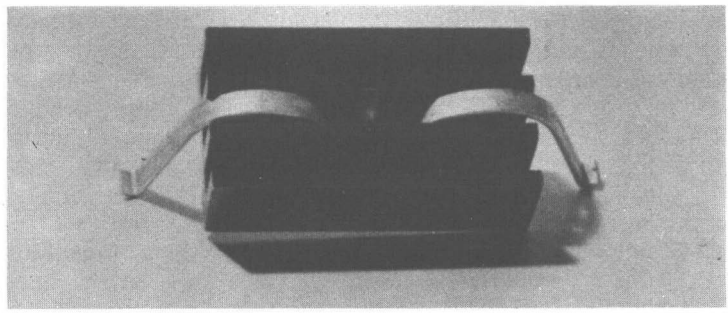
Si noti bene però, che se tale sistema è assai razionale e, tra l'altro, assicura un contato migliore, diviene proibitivo allorché si riscontra un errore e qualche parte debba essere invertita o cambiata. Pertanto è necessario essere ben certi di ciò che si sta facendo, prima di applicare la punta del saldatore!

E, dicendo della saldatura, aggiungeremo che ovviamente si deve impiegare la minor quantità possibile di stagno. Un cumulo tende a creare cortocircuiti e ponticelli tra le linguette che renderebbero inoperante l'apparecchio e potrebbero danneggiare varie parti all'atto della messa in funzione.

Completata la saldatura di qualunque circuito RF o BF, conviene passare sui punti di connessione (in pratica su tutto



Contenitore portapile, una soluzione per l'alimentazione a secco.



Dissipatore termico per integrati dual line.

il circuito stampato) uno straccetto imbevuto di trielina; questo detergerà il flusso deossidante che si distribuisce sulla basetta durante la saldatura e che risulta un isolante assai povero.

Queste parti necessitano di una attenzione particolare.

Vi sono elementi al Silicio come ad esempio il BC148, BC158 e simili che, avendo piedini brevissimi sembrerebbero soggetti a facili rotture per via termica.

Invece è il contrario. Codesti sono previsti « di fabbrica » per sopportare elevate temperature all'atto della connessione e difficilmente vanno fuori uso.

Per contro, AC128 e simili, moderni elementi al Germanio che in certi casi è tutt'ora vantaggioso impiegare, specie per segnali molto bassi e per modesti valori di tensione, temono veramente il calore; come i più vecchi transistori.

Non possono quindi essere collegati con appena 5 mm di reofori come si fa spesso con gli elementi al Silicio; è anzi necessario lasciar loro una quindicina di millimetri di reofori, isolandoli mediante tubetti plastici multicolori, ad evitare le confusioni.

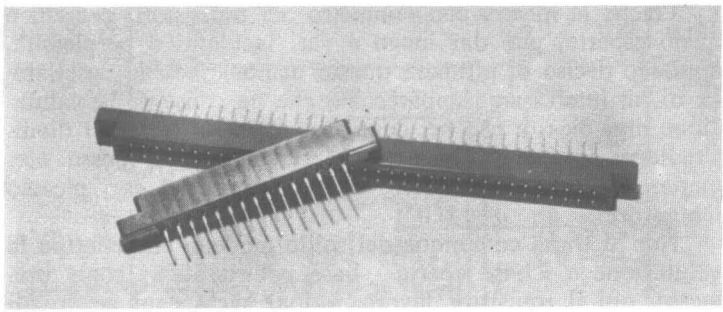
Diciamo inoltre che le saldature degli « AC » devono essere ben fatte « subito ». Non conviene ripassarle o « aggiustarle » per non sottoporre il Germanio a successivi shock termici.

Altro argomento. Sia gli « AC » che i « BC » mal sopportano di essere estratti dal circuito e poi saldati di nuovo, specie se per toglierli si deve applicare il saldatore per un periodo lunghetto. Ciò è tanto vero, che la maggioranza dei riparatori TV considera fuori uso un transistore smontato anche se non lo è (!!).

Conviene quindi fare la massima attenzione ai terminali, prima di collegarli in loco. I nostri disegni riportano con la massima possibile esattezza le sagome dei transistori impiegati, le eventuali tacche di riferimento, gli involucri appiattiti, ecc.

Prima di montare alcunché si faccia quindi un riscontro preciso ed anche pignolo con i piani di montaggio.

Quanto abbiamo detto per i transistori vale anche per i



Connettori a scheda da applicare agli stampati.

diodi e forse a maggior ragione, dato che questi sono più piccoli come massa, quindi hanno una ancor minore possibilità di dissipare il calore eccedente.

Prima di connetterli, si veda bene il lato catodo: esso in genere è distinto da una fascetta scura, se il corpo è chiaro, trasparente; oppure da una fascetta rossa. Nel caso che il diodo sia nero, la fascetta sarà bianca, o gialla.

Certi diodi hanno il modello codificato, ovvero alcune striscette anulari colorate ne identificano il modello; in questo caso, il catodo sarà sempre dalla parte in cui il codice inizia.

Per il montaggio, diremo che meno di 5 mm di reofori, sono limiti pericolosi; quindi in molti casi non conviene montarli proprio rasente alla superficie plastica della basetta, ma tenerli leggermente « sollevati » da questa, per guadagnare quel paio di millimetri per parte che danno una maggiore sicurezza contro i guasti e le fusioni.

Anche i termistori temono il calore; non per nulla funzionano proprio sul principio di una variazione della resistenza interna legata alla temperatura ambientali (!). Conviene quindi trattarli alla stregua dei diodi; connessioni « abbondanti », saldature brevi.

Con il che, forse abbiamo detto a sufficienza, a proposito delle parti e del loro cablaggio.

Concludiamo con una nota importante.

Prima di connettere all'alimentazione qualunque circuito transistorizzato, è necessario accertare bene la polarizzazione ed il verso della tensione. Si veda bene qual è la linea negativa e quella positiva. Una inversione, danneggia irreparabilmente i semiconduttori, spesso i condensatori elettrolitici e magari altre parti del complesso a causa delle correnti eccessive che si sviluppano in seguito ai cortocircuiti avvenuti.

Come ben sanno i riparatori, spesso conviene buttar via un apparecchio di questo genere che ha subìto l'inversione della polarità, anziché tentare di rimetterlo in efficienza. Troppe sarebbero le parti da rivedere per guasti accaduti o che accadranno a breve termine!

Serva quindi il concetto per stimolare in chi legge una specialissima attenzione.

IL PROVA TRANSISTOR

Poiché la misura con l'ohmetro dei transistori, per chi è meno esperto, può dar luogo a vari incidenti o perplessità, abbiamo deciso di ultimare questo manuale con la descrizione di un interessante apparecchio che ne consente la valutazione dinamica, e che nel contempo serve anche per i diodi. Crediamo infatti che nessuno sperimentatore si possa permettere di trascurare questo complemento del suo piccolo laboratorio.

Non si tratta comunque del solito modello che effettua la valutazione a « base aperta - base polarizzata »; come premesso, qui il transistor lavora, quindi svela ogni genere di difetto o lacuna che con apparecchi più primordiali rimangono occulte.

Altrettanto dicasi per i diodi.

Fatto non certo trascurabile, questo buon strumento di classe intermedia tra il « generico » ed il « professionale », non impiega il solito, costoso, fragile indicatore milliamperometrico. Per l'indicazione basta una lampadina ad incandescenza; non si pensi però che questa caratteristica ne sacrifichi le prestazioni. Ogni dubbio sarà subito fugato osservando il circuito.

Sebbene l'apparecchio sia complessivamente semplice, le funzioni che vi si svolgono non hanno certo la caratteristica della pochezza, anzi. Il TR1 forma un oscillatore sinusoidale a sfasamento tramite C1-C2-C3 ed R1-R2-R3. L'oscillatore è stabilizzato da C4/R7, e già troppe volte l'abbiamo visto, in opera ed in teoria, per aggiungere qualunque nota successiva.

L'uscita del segnale, come di solito è sul collettore, anzi più precisamente su di un potenziometro che fa parte del carico del transistor: R5, nonché su di un partitore-adattatore formato da R8-R9, C5-C6.

Il transistor da provare è collegato appunto, come base, al C6, ed è polarizzato da R10-R11, ha sull'emettitore un circuito di stabilizzazione (R13-R14-C7) ed un carico: R12.

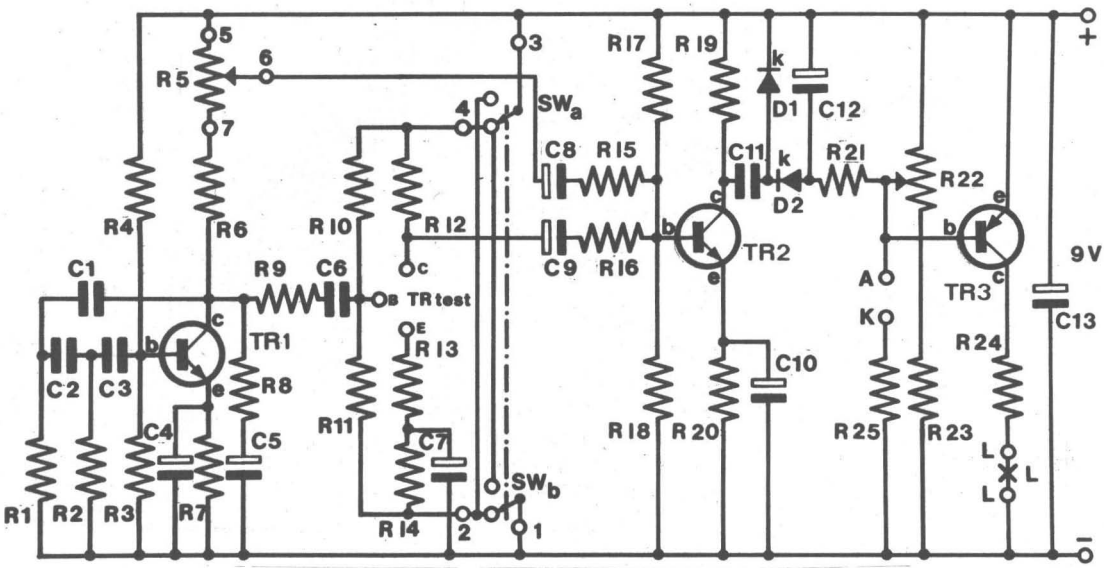
Il commutatore SWa/SWb consente di variare il segno della tensione applicata a questo complesso, così che si possa provare qualunque transistore NPN o PNP (beninteso bipolare, quindi escludendo MOSFET).

Ora si notino C8-R15 e C9-R16.

La prima coppia preleva una tensione direttamente generata dall'oscillatore, la cui ampiezza è regolata da R5; la seconda viene dal collettore del TR test (transistore in prova). I due segnali si trovano quindi contemporaneamente sulla base del TR2, che ha una funzione prevalentemente miscelatrice.

E' però da notare che sono sfasati di 180°, perché qualunque transistore inverte la fase del segnale, passando dalla base al collettore (si parla sempre di bipolari). Due segnali che abbiano la medesima ampiezza, ruotati di 180°, si cancellano a vicenda, il risultato è zero.

Quindi, ponendo che R5 abbia il cursore portato verso il punto « 5 » e che il TR in prova sia buono, si presenterà



Schema elettrico generale. Fig. 105

alla base del TR2 solamente il segnale amplificato da questo. Se però il cursore si sposterà verso il punto « 7 », pian piano l'intensità sarà cancellata sino a divenire nulla. A seconda del guadagno offerto dal TR test, però, la compensazione varierà. Basterà un « segnalino » per elidere quello dato da un elemento in prova dal basso guadagno, ed invece si dovrà utilizzare la massima ampiezza possibile per un transistore che abbia un Beta molto elevato, che dia un guadagno forte. In tal modo, il potenziometro R5, indirettamente ma con una precisione quasi assoluta darà la misura dell'attività dell'elemento in prova.

E come si rileva la cancellazione del segnale amplificato dal transistore efficiente? Semplice, la differenza tra i due segnali sfasati sarà amplificata dal TR2, e l'audio risultante verrà poi rettificato dai diodi e presentato alla base del TR3 in forma di corrente continua.

Se la detta ha una ampiezza sufficiente, TR3 condurrà accendendo la lampadina ad incandescenza connessa ai punti « L-L » del circuito. Regolando R5 in modo che i due segnali siano pressoché eguali, il segnale-differenza sarà minimo e la lampadina rimarrà spenta o pressoché spenta.

Un piccolo spostamento del potenziometro produrrà una accensione assai più viva; è quindi possibile, con una serie di prove, tracciare una scala per R5, che rende leggibile immediatamente il guadagno.

L'apparecchio collauda i transistori per una corrente di collettore di circa 1 mA, quindi possono essere misurati tutti

gli elementi, anche quelli per piccoli segnali e persino i modelli da otofono e sub-miniatura in genere dicendo.

Un secondo vantaggio offerto dall'apparecchio è che in definitiva la comparazione viene effettuata dalla medesima sorgente di segnale, quindi se la frequenza di essa muta leggermente per cause termiche o come si sia (tensione della pila ecc.) non cambia nulla: si pensi che lo strumento funziona indifferentemente bene tra — 5 °C (sotto zero) a + 70 °C (temperatura da Sahara profondo)!

Come si vede, queste sono prestazioni professionali.

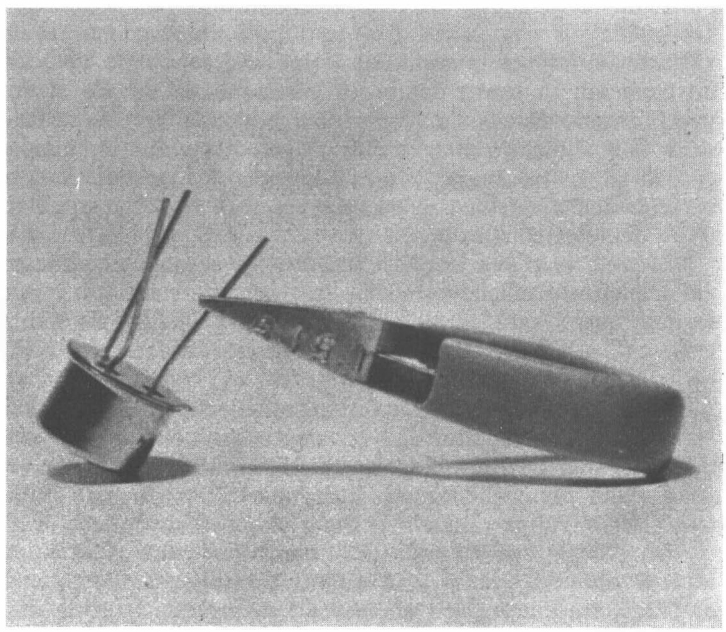
Mancando la tensione-segnale antagonista, R5 regolato per una media intensità produce l'accensione della lampada che forma il carico del TR3. In altre aprole, se non v'è transistore in prova ciò avviene.

Si vedano ora i punti « A-K » della figura 105. Questi, cortocircuitati, producono la forte polarizzazione del TR3 a livello di saturazione, con la massima accensione della lampadina. Allora, se noi regoliamo R5 in modo che la spia rimanga accesa appena appena, connettendo ad « A » (anodo) e « K » (catodo) un diodo in buono stato si avrà pressoché la funzione di corto, con la differenza che invertendo il diodo la lampada tornerà ad un bagliore minimo.

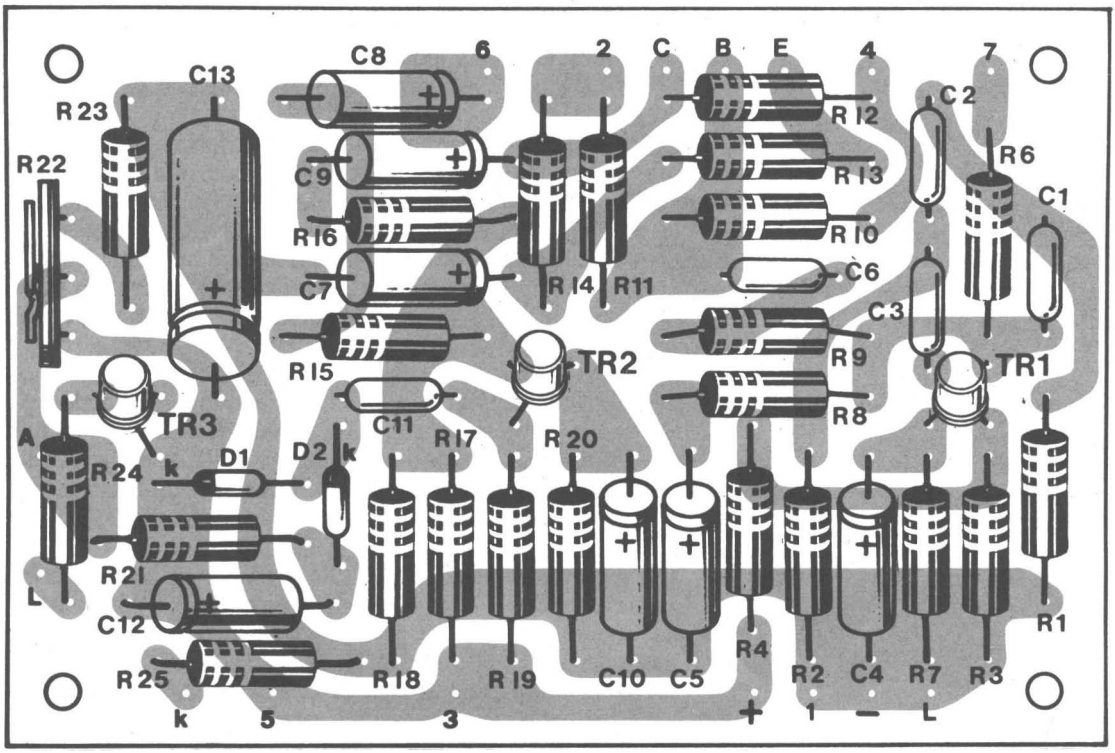
Se ne ricava che:

A) Un diodo in buono stato varierà nelle due posizioni la luce come detto.

B) Un diodo in cortocircuito, non appena connesso produrrà sempre la massima accensione, indifferentemente dal



La piccola pinzetta deve essere applicata al terminale del transistor sotto saldatura. Si eviterà di danneggiare la struttura interna del semiconduttore con il calore.



Basetta e disposizione dei componenti. Fig. 106

verso (diretto o inverso) di contatto.

C) Un diodo aperto, interrotto, lascerà sempre la lampada accesa al minimo livello, quasi invisibile.

D) Un diodo di qualità elevata produrrà una forte variazione nella luce.

E) Un diodo di qualità scarsa (difettoso, di scarto, scaldato, sovraccaricato) produrrà una differenza non marcata nella brillantezza della lampada.

Il che verrà sia per diodi rivelatori che rettificatori, commutatori e via dicendo. I grandi raddrizzatori al Germanio, peraltro all'oggi non più in uso, possono dare indicazioni meno nette pur essendo ottimi.

I grandi raddrizzatori al Silicio (per correnti superiori a 10 A) danno le medesime segnalazioni di quelli di piccola potenza.

Si tratta di una realizzazione assai facile, se si segue la procedura che ora descriviamo.

Prima di tutto, sulla basetta si monteranno le resistenze (attenzione al codice a colori!) ed i condensatori C1, C2, C3 e C6, C11.

Gli elettrolitici C4, C5, C7, C8, C9, C10, C12 e C13 de-

vono essere montati esattamente come indica la figura 106, che considera la giusta polarità per ciascuno.

I diodi D1 e D2 devono essere orientati con eguale oculatezza.

TR1, TR2 e TR3 hanno una tacca di riferimento sul « case » che identifica le connessioni; si riveda attentamente la figura 106: essa mostra l'orientamento preciso. Le connessioni non devono essere più brevi dei 5 mm che costituiscono più o meno lo standard per elementi al Silicio come questi.

Il Trimmer R22 sarà montato verticalmente, avendo cura di affacciare all'esterno il cursore metallico per un controllo più facile.

Il potenziometro R5 è da fissare su di un pannellino metallico; nella figura 107, riportiamo una scala adatta da applicare su questo e già « calibrata »: volendo la pagina può essere estratta dal manuale ed incollata sulla superficie. Ma torniamo a R5: sarà collegato alla basetta mediante tre fili intrecciati, flessibili, di colore diverso ad evitare errori. Perverrà ai punti 5, 6 e 7.

Il commutatore PNP/NPN (SWa/SWb) sarà « incrociato » come mostra il dettaglio della figura 106, e poi connesso alla basetta: punti 1, 2, 3 e 4. Troverà posto sul pannellino assieme a R5: si veda la figura 107.

Anche la lampadina spia « di azzeramento » verrà sistemata sul pannello, le connessioni relative andranno ai punti « L e B » della basetta.

La pila che alimenta il tutto deve avere una tensione di

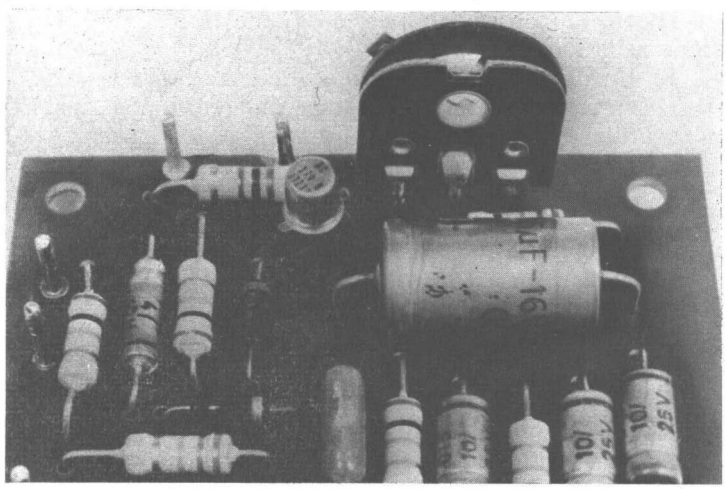
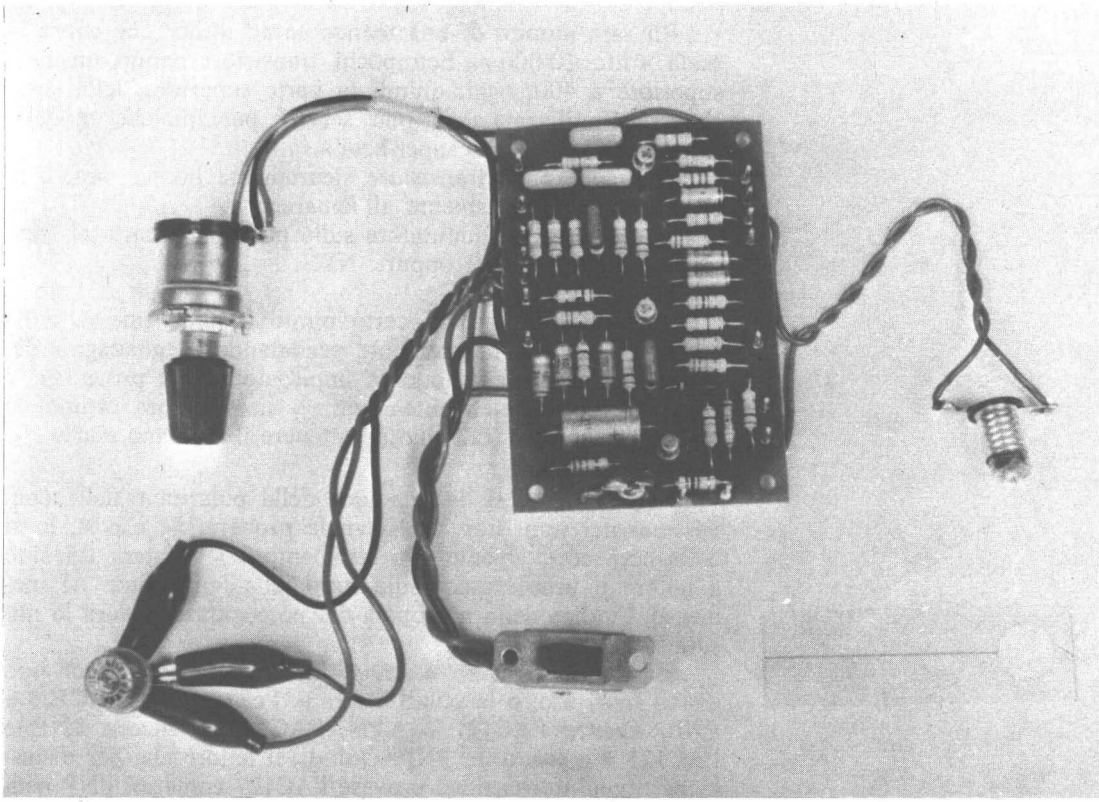


Immagine della basetta in cui si evidenzia il trimmer da regolare con cura per ottenere una buona taratura.



Prototipo a montaggio ultimato.

9 V. La corrente massima, quando la lampadina è accesa pienamente, è di 50 mA, quindi per un impiego saltuario potrà servire anche un elemento per radio tascabile. Un impiego frequente prevederà una alimentazione più duratura; ad esempio due pile « quadre » da 4,5 V collegate in serie. Naturalmente, un interruttore generale sarà inserito sul polo positivo o negativo.

Un piccolo alimentatore di rete, ad esempio quello illustrato nella figura 52, può ottimamente servire, se si vogliono evitare le sempre infide pile.

Per la connessione dei transistori da provare e dei diodi, sul pannello possono essere fissate cinque boccole o altrettanti serrafili. La connessione all'esaminando sarà effettuata mediante fili flessibili muniti di coccodrilli miniatura. Gli zoccoli, in questo caso, sono da considerare in senso relativo; come è noto anche il migliore di essi, dopo aver sopportato una cinquantina di innesti e disinnesti inizia a dare qualche falso contatto che ai fini della misura sono insopportabili.

R5 sarà munito di una manopola ad indice che copra la scala « hfe 10-600 ». Ben pochi transistori hanno un Beta superiore a 400, oggi, quindi la parte superiore della scala rimarrà inutilizzata, ma può servire per qualche modello futuro che offra un « super-beta ».

Si prenderà un transistore sicuramente buono, ora, e lo si collegherà correttamente all'apparecchio.

Si sposterà il commutatore sulla posizione adatta al transistor-campione: PNP oppure NPN.

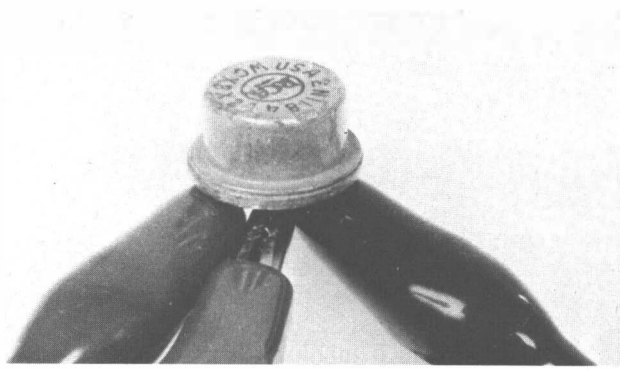
Si darà tensione.

Ruotando R5, ad un certo punto la luce emessa dalla lampadina calerà bruscamente segnalando il guadagno del transistore, certamente buono, impiegato per la prova. Se il rapporto luce « splendente-minima » non sembra ottimo, si regolerà finemente R22 sino ad ottenere il massimo scarto.

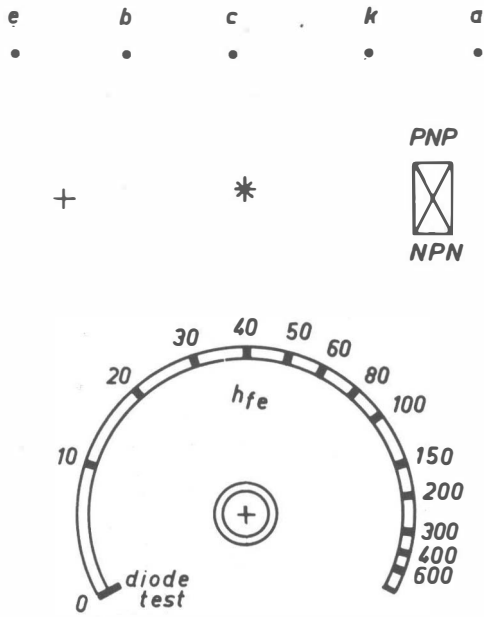
Generalmente si ha una idea della polarità e delle connessioni del transistor che si vuole provare. Se è così, lo si collegherà corettamente allo strumento e si ruoterà R5 sino a notare il brusco calo nella luce della lampadina. Al momento, l'indice della manopola del potenziometro darà la misura del Beta.

Se non si riscontra alcuna fluttuazione, il transistor può essere fuori uso, o la polarità errata. Per esempio, l'AC128 è PNP, mentre l'AC127 è NPN, l'AC126 è ancora PNP e l'AC125 è a sua volta PNP. Quindi, il lettore che per distrazione o malinformazione provase l'AC127 come un PNP pensando ad una versione dell'AC126 o dell'AC128 dotata di maggiore o minor guadagno, maggiore o minor potenza, non potrebbe che ricavare un nulla di fatto. Poiché grazie alle resistenze limitatrici un transistor normale non si guasta, se è inserito al « rovescio » non ottenendo alcuna segnalazione, si può provare ad invertire il commutatore di polarità. Se in nessuna delle due posizioni la lampadina tende a spegnersi, il transistor è rotto.

Supponiamo però che si riscontri un « azzeramento » della luce, ma a valori minimi del guadagno; mettiamo « hfe » 10, oppure 15. In questo caso il transistore è buono? Dipen-



Mediante tre morsetti il provatransistor è collegato al semiconduttore in prova.



Scala di taratura dello strumento. Fig. 107

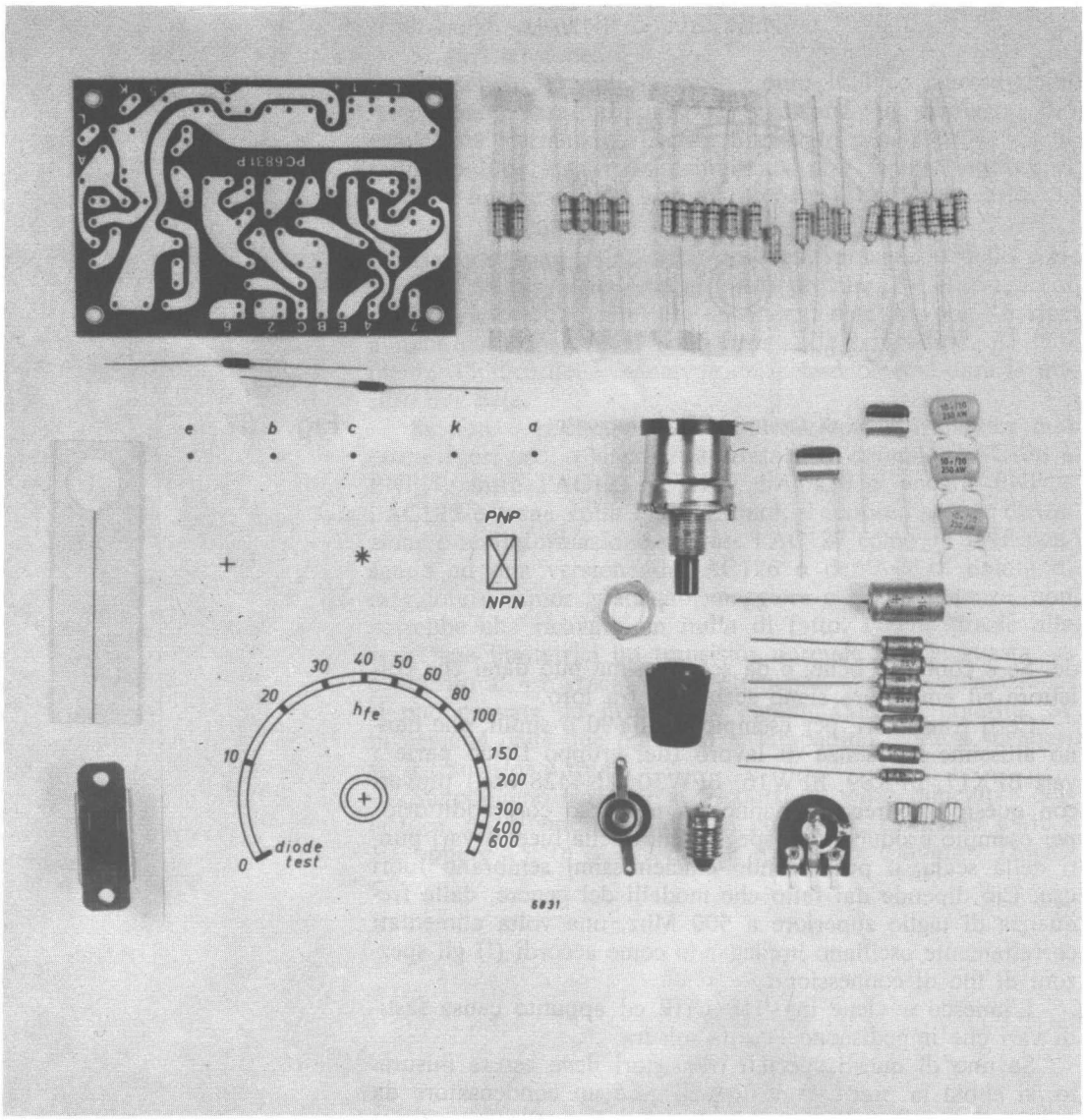
de. Se è connesso bene, è da scartare, ma può darsi che collettore ed emettitore siano scambiati tra loro.

Certi transistori, per esempio il BFY90 o simili, che hanno altissime frequenze di lavoro (del gruppo fanno parte i vari BFX17, BFX89, BFW16, BFW30, 2N4428 ecc.) provati con questo apparecchio danno un responso contraddittorio: per esempio producono lo spegnimento della luce in vari punti della scala, o pur essendo efficientissimi sembrano fuori uso. Ciò dipende dal fatto che modelli del genere, dalla frequenza di taglio superiore a 500 Mhz, una volta alimentati correttamente oscillano impiegando come accordi (!) gli spezzoni di filo di connessione.

L'innesco avviene in VHF/UHF ed appunto causa fastidi vari che impediscono l'esatta misura.

Se uno di questi speciali transistori deve essere misurato, si abbia la precauzione di collegare un condensatore da 1.000 pF, ceramico, dal collettore alla massa (negativo generale), oppure dall'emettitore alla massa o entrambe. Il loro elevato costo giustifica il po' di lavoro in eccesso: una volta spento l'innesco, la prova può essere condotta normalmente.

Abbiamo veramente voluto sviscerare l'apparecchio ed i suoi impieghi: dopotutto è ingegnoso, duttile e moderno, quindi forse meritava le nostre annotazioni.



Componenti contenuti nella scatola di montaggio. Il kit, numero RE 22, è disponibile a richiesta.

COMPONENTI

D1: Diodo AAZ15.
D2: Diodo AAZ15.
C1: Condensatore da 10.000 pF.
C2: Eguale al C1.
C3: Eguale al C1.
C4: Condensatore elettrolitico miniatura da 10 μF.
C5: Eguale al C4.
C6: Condensatore da 100.000 pF.
C7: Eguale al C4.
C8: Eguale al C4.
C9: Eguale al C4.
C10: Eguale al C4.
C11: Eguale al C6.
C12: Condensatore elettrolitico da 4 μF.
C13: Condensatore elettrolitico da 125 μF.
Lp: Lampadina da 6 V, 50 mA, ad incandescenza.
R1: Resistenza da 3.900 ohm, ¼ W, 5%.
R2: Eguale alla R1.
R3: Resistenza da 33.000 ohm, ¼ W, 5%.
R4: Resistenza da 120.000 ohm, ¼ W, 5%.
R5: Potenziometro lineare da 1.500 ohm, meglio se a filo.
R6: Resistenza da 4.700 ohm, ¼ W, 5%.
R7: Resistenza da 2.200 ohm, ¼ W, 5%.
R8: Resistenza da 10.000 ohm, ¼ W, 5%.
R9: Resistenza da 560.000 ohm, ¼ W, 5%.
R10: Resistenza da 56.000 ohm, ¼ W, 5%.
R11: Eguale alla R8.
R12: Eguale alla R2.
R13: Resistenza da 180 ohm, ¼ W, 5%.
R14: Resistenza da 180 ohm, ¼ W, 5%.
R15: Eguale alla R8.
R16: Eguale alla R8.
R17: Resistenza da 18.000 ohm, ¼ W, 5%.
R18: Resistenza da 22.000 ohm, ¼ W, 5%.
R19: Eguale alla R1.
R20: Resistenza da 1.000 ohm, ¼ W, 5%.
R21: Eguale alla R8.
R22: Eguale alla R8.
R23: Eguale alla R18.
R24: Resistenza da 100 ohm, ½ W, 5%.
R25: Eguale alla R8.
SW: Doppio deviatore a slitta.
TR1: Transistore BC107.
TR2: Eguale al TR1.
TR3: Transistore BC178.
Accessori: interruttore unipolare, pila da 9 V (vedi testo), pannello con scala graduata. Manopola ad indice, portalampada.

Le scatole di montaggio

Tutti gli apparecchi descritti nel presente volume sono reperibili in scatola di montaggio. Queste (segue l'elenco), contraddistinte dalla sigla RE e da un numero di codice riportato anche nel testo, possono essere ordinate alla ETL (Ufficio Vendite, via Visconti di Modrone 38, 20122 Milano) che fornirà a richiesta il listino prezzi.

RE 01 Adattatore
RE 02 Preamplificatore
RE 03 Controllo toni
RE 04 Filtro antifruscio
RE 05 Amplificatore IC
RE 06 Amplificatore 2,5 W
RE 07 Generatore BF
RE 08 Oscillatore
RE 09 Generatore nota
RE 10 Interfono
RE 11 Alimentat. stabilizz.
RE 12 Alimentat. a V var.
RE 13 Segnalatore
RE 14 Lampeggiatore
RE 15 Modulo trigger
RE 16 Calibratore RF
RE 17 Oscillat. MOS-FET
RE 18 Trasmettitore CB
RE 19 Generatore
RE 20 Sintonizzatore FM
RE 21 Decoder stereo
RE 22 Prova transistor

INDICE

pag.	7	Introduzione
»	9	I preamplificatori
»	14	La seconda esperienza
»	19	Un controllo di toni
»	26	I filtri attivi
»	34	Amplificatore a IC
»	52	Altri esperimenti in BF
»	60	Oscillatore di allarme
»	68	La musica elettronica
»	76	Interfono transistorizzato
»	86	Alimentatori stabilizzati
»	108	Gli effetti luminosi
»	115	Un lampeggiatore di potenza
»	125	Il circuito di trigger
»	134	Le oscillazioni in AF
»	138	Uso dei cristalli
»	144	Prove in onde corte
»	148	Un trasmettitore
»	159	TX di media potenza
»	166	I ricetrasmettitori
»	170	Oscillatore di taratura
»	179	La modulazione di frequenza
»	192	Decodificatore stereo
»	204	I montaggi su stampato
»	212	Una prova transistor

Finito di stampare nel mese di gennaio 1974
dalle Arti Grafiche Bellomi S.p.A. - Verona per conto
della Etas Kompass Periodici del Tempo Libero - Milano

CORSO DI ELETTRONICA

E T L